

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Význam termovizní diagnostiky patologických procesů  
v orofaciální oblasti u dialyzovaných pacientů

The significance of thermovision diagnostics of  
pathological processes in the orofacial region in dialysis  
patients

2019

Bc. Martin Kolesnáč

## Zadání diplomové práce

Student:

**Bc. Martin Kolesnáč**

Studijní program:

N2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3901T009 Biomedicínské inženýrství

Téma:

Význam termovizní diagnostiky patologických procesů v orofaciální oblasti u dialyzovaných pacientů

The Significance of Thermovision Diagnostics of Pathological Processes in the Orofacial Region in Dialysis Patients

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Diplomová práce je pojata jako epidemiologická studie se statistickým vyhodnocením a interpretací dosažených výsledků. Předmětem studie je realizace screeningového vyšetření patologických procesů v orofaciální oblasti u statisticky signifikantního vzorku dialyzovaných pacientů s využitím termokamery. Práce se zaměřuje nejen na využití a význam termovizních systémů v lékařské diagnostice, ale zejména její využití v lokalizaci patologických procesů v orofaciální oblasti u dialyzovaných pacientů. Cílem je nejen prokázání souvislosti mezi onemocněním parodontu a onemocněním ledvin (případně dalších komorbidit), ale také korelát mezi délkou, typem hemodialyzační terapie, komorbiditami a dentálním zdravím dialyzovaných pacientů. Na základě výsledků studie se předpokládá další vývoj prediktivního modelu. Výstupem práce bude rovněž intuitivní uživatelské rozhraní, které umožní načtení snímků s možností lokalizace patologických procesů, které nemusí být vizuálně vždy jednoznačné.

1. Rešerše a zhodnocení současného stavu dané problematiky s důrazem na výskyt onemocnění parodontu, dalších patologických procesů v orofaciální oblasti, komorbidit a pacientů podstupujících hemodialyzační terapii.
2. Teoretický úvod: onemocnění ledvin, hemodialyzační terapie, onemocnění parodontu, diagnostické možnosti, biochemické a bakteriologické poměry, význam stomatologických prevencí, kazuistiky.
3. Design epidemiologické studie, návrh metodiky, výběr pacientů a kritérií pro zařazení do studie.
4. Realizace praktické části I. – termografické měření vybraných hemodialyzovaných pacientů.
5. Realizace praktické části II. – návrh a realizace uživatelského rozhraní; návrh, realizace a implementace algoritmizační struktury pro automatizovanou lokalizaci patologií z termovizních snímků.
6. Statistické zpracování výstupů praktické části I. a interpretace výsledků.
7. Závěr a zhodnocení přínosnosti studie pro klinickou praxi.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ŠEDÝ, Jiří. *Kompendium stomatologie I*. 1. vyd. Praha: Triton, 2012. ISBN 978-80-7387-543-5.
- [2] WEBER, Thomas. *Memorix zubního lékařství*. 2. české vyd. Praha: Grada, 2012, xxiv, 584 s. ISBN 978-80-247-3519-1.
- [3] ŠEDÝ, Jiří a René FOLTÁN. *Klinická anatomie zubů a čelistí*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2009, 175 s., [16] s. obr. příl. ISBN 978-80-7387-312-7.
- [4] BRONZINO, Joseph D (ed.). *Medical Devices and Systems*. 3 rev ed. Hoboken: CRC Press, 2006. ISBN 978-1420003864.

- [5] MIROSHNIKOV, M. M. *Iconics and thermovision systems*. Bellingham, WA: SPIE, in cooperation with the Russia Chapter, 1993. Proceedings of SPIE--the International Society for Optical Engineering, v. 2106. ISBN 978-0819413970.
- [6] LYNGE PEDERSEN, Anne Marie. *Oral Infections and General Health: From Molecule to Chairside*. Springer, 2015. ISBN 978-3319250915.
- [7] CRAIG, Ronald G. a Angela R. KAMER. *A Clinician's Guide to Systemic Effects of Periodontal Diseases*. Springer, 2016. ISBN 978-3662496992.
- [8] MCKILLUP, Steve. *Statistics explained: an Introductory guide for life scientists*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2011, xiv, 403 p. ISBN 978-0521183284.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Iveta Bryjová**

Konzultant diplomové práce: MDDr. Hana Borunská  
Ing. Jan Kubiček, Ph.D.

Datum zadání: 01.09.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.  
děkan fakulty

## Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracoval samostatne a všetky zdroje, z ktorých boli informácie čerpané a použité v tejto práci, sú pravdivo uvedené v zozname použitej literatúry.

V Ostrave dňa 28.04.2019



.....

Bc. Martin Kolesnáč

## **Pod'akovanie**

Chcel by som pod'akovať pani Ing. Ivete Bryjovej za vedenie, cenné rady a odborný dohľad pri realizovaní tejto diplomovej práce, konzultantom, Ing. Janu Kubičkovi, Ph.D. a MDDr. Hane Borunskej, mojej rodine za podporu a všetkým ľuďom, ktorí sa podieľali na fotení ako experimentálni pacienti alebo akýmkoľvek spôsobom prispeli ku realizácii tejto diplomovej práce. Pod'akovanie taktiež patrí MUDr. Lucii Butele, primárke Hemodialyzačného oddelenia SNO, Mgr. Jaroslavě Nedělové, vrchnej sestre Hemodialyzačného oddelenia SNO a celému kolektívu Hemodialyzačného oddelenia SNO, za ich pomoc s organizáciou a realizáciou snímania pacientov.

## **Abstrakt**

Táto diplomová práca je zameraná na neinvazívnu metódu snímania patologických procesov pomocou termokamery v oblasti ústnej dutiny u dialyzovaných pacientov, kde je výskyt týchto patológií výrazne častejší oproti pacientom, ktorí dialýzu nepodstupujú. Súčasťou práce je ďalej štatistické vyhodnotenie získaných výsledkov, ich interpretácia po odbornej konzultácii s lekárom a softwarová aplikácia, ktorá slúži na ukladanie, prezeranie a úpravu kvality týchto snímok, čo môže zlepšiť ich prehľadnosť a následné vyhodnocovanie.

## **Kľúčové slová:**

termografia, termokamera, hemodialýza, stomatológia, diagnóza, ústna dutina, patologické procesy, MATLAB, software

## **Abstract**

This diploma thesis is focused on the noninvasive method of screening pathological processes by a thermal camera used on dialyzed patients in the area of oral cavity, where the incidence of these pathologies is more frequent compared to non-dialyzed patients. Statistical evaluation of the results and their interpretation after a consultation with a doctor is a part of this work. Also a computer application for saving, displaying and editing image quality which can lead to an improvement of their quality and evaluation is included.

## **Keywords:**

thermography, thermal camera, haemodialysis, stomatology, diagnosis, oral cavity, pathological processes, MATLAB, software

# Obsah

Zoznam použitých skratiek a symbolov .....	9
Zoznam obrázkov .....	10
Zoznam tabuliek .....	12
1 Úvod .....	13
2 Rešerš publikovanej literatúry .....	14
2.1 Stav parodontu u pacientov s chronickou poruchou obličiek pred a po pravidelnej liečbe dialýzou .....	14
2.2 Orálne a slinné zmeny u pacientov s ochorením obličiek v poslednom štádiu (dvojročná štúdia) .....	15
2.3 Mechanizmus zvýšenej mortality u hemodialyzovaných pacientov s parodontitídou .....	16
2.4 Úloha slín pri tvorbe zubného kazu u mladých pacientov podstupujúcich hemodialýzu .....	17
2.5 Ochorenie parodontu a jeho vplyv na zdravie pacientov s ochorením obličiek v konečnom štádiu .....	18
2.6 Retrospektívna štúdia o kvalite života podmienená orálnym zdravím u pacientov s ochorením obličiek podstupujúcich hemodialýzu .....	19
2.7 Správanie parodontu a zubné, periodontálne a mikrobiologické nálezy u pacientov podstupujúcich hemodialýzu a pacientov po transplantácii obličky .....	20
2.8 Účinky metabolického syndrómu na parodont u hemodialyzovaných pacientov .....	21
2.9 Hodnotenie stavu parodontu a rizika u pacientov s chronickou poruchou obličiek podstupujúcich hemodialýzu .....	22
2.10 Rizikové faktory parodontu u hemodialyzovaných pacientov .....	23
2.11 Orálne zdravie hemodialyzovaných pacientov: Prierezová štúdia v dvoch hemodialyzačných strediskách v Nemecku .....	24
2.12 Skryté ochorenia obličiek a dĺžka hemodialýzy: Zhodnotenie efektu na orálne zdravie ..	25
2.13 Zhoršenie stavu orálneho zdravia a jej súvislosť s dobou, počas ktorej pacient podstupuje hemodialýzu .....	26
2.14 Stav ústnej dutiny u príjemcov transplantácie obličky .....	27
2.15 Zhodnotenie rešerše .....	28
3 Termografia .....	29
3.1 Technické riešenie termokamery .....	29
3.2 Fyzikálne princípy termokamery .....	30
3.2.1 Spektrum vyžarovania vlnovej dĺžky .....	30
3.2.2 Absolútne čierne teleso .....	31
3.2.3 Emisivita .....	32
4 Ochorenie obličiek .....	33
4.1 Chronické ochorenie obličiek .....	34
4.2 Súvislosť medzi chronickým ochorením obličiek a zvýšeným ochorením v ústnej dutine ..	35
5 Dialýza .....	36
5.1 Hemodialýza .....	36
5.2 Princíp fungovania dialyzačného prístroja .....	38

5.3	Ďalšie možnosti dialýzy .....	39
6	Parodont a jeho ochorenia .....	40
6.1	Gingivitída.....	40
6.2	Parodontitída .....	41
6.3	Gingiválny recessus (obnaženie koreňa zuba) .....	41
7	Návrh riešenia diplomovej práce.....	42
7.1	Dizajn epidemiologickej štúdie.....	42
7.2	Meranie pacientov v dialyzačnom centre .....	42
7.3	Štatistické spracovanie a vyhodnotenie nameraných snímok .....	43
7.4	Vytvorenie aplikácie na zobrazenie karty pacienta .....	43
7.5	Kazuistika.....	43
8	Praktická časť diplomovej práce .....	44
8.1	Meranie pacientov v dialyzačnom centre .....	44
8.2	Štatistické vyhodnotenie .....	46
8.2.1	Štatistické vyhodnotenie presnosti metódy na základe snímok pacienta a jeho dotazníka 48	
8.2.2	Štatistické vyhodnotenie závislosti dialýzy na patologickom stave v ústnej dutine. ....	50
8.2.3	Štatistické vyhodnotenie závislosti návštevy stomatológa na patologickom stave v ústnej dutine .....	52
8.2.4	Štatistické vyhodnotenie závislosti pohlavia na patologickom stave v ústnej dutine ...	54
8.2.5	Štatistické vyhodnotenie závislosti fajčenia na patologickom stave v ústnej dutine ....	56
8.2.6	Zhrnutie výsledkov štatistickej časti .....	58
8.3	Aplikácia PatientCard .....	60
8.3.1	Funkcia automatickej lokalizácie patologických procesov .....	65
8.3.2	Funkcia výpočtu veľkosti plochy patológie .....	67
8.4	Kazuistika.....	71
8.4.1	Zhodnotenie kazuistiky .....	76
9	Záver .....	77
	Použitá literatúra .....	79
	Prílohy .....	83



## **Zoznam použitých skratiek a symbolov**

<b>Skratka</b>	<b>Význam</b>
APD (automated peritoneal dialysis)	Automatická peritoneálna dialýza
CAL (clinical attachment level)	Miera úponu zubov
CAPD (continuous ambulatory peritoneal dialysis)	Peritoneálna dialýza
CBCT (cone beam computed tomography) lúčom žiarenia	Počítačová tomografia s kužeľovitým
CKD (chronic kidney disease)	Chronické ochorenie obličiek
CRP	C-reaktívny proteín
CT (computed tomography)	Počítačová tomografia
DMFT (decayed, missing, filled teeth)	Zhnité, chýbajúce a vyplnené zuby
GI (gingival index)	Ďasnový index
HD (hemodialysis patients)	Hemodialyzovaný pacienti
OPG	Ortopantonogram
PBI (papilla bleeding index)	Index krvácajúcej papily
SNO	Slezská nemocnice v Opavě

## Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Termokamera T-1000 SMART používaná v medicíne [18] .....	29
Obrázok 2: Bloková schéma termokamery .....	30
Obrázok 3: Oblasť vyžarovania infračerveného žiarenia .....	31
Obrázok 4: Princíp fungovania čierneho telesa [31] .....	31
Obrázok 5: Porovnanie zdravej a poškodenej obličky .....	33
Obrázok 6: Vytvorenie cievneho prístupu pomocou AV fistuly [20] .....	37
Obrázok 7: Postup čistenia krvi hemodialyzačným prístrojom [21] .....	38
Obrázok 8: OPG pacienta s pokročilým štádiom patologických procesov v ústnej dutine [35] .....	40
Obrázok 9: Obnaženie koreňa zuba [34] .....	41
Obrázok 10: Dizajn epidemiologickej štúdie .....	42
Obrázok 11: Termálne snímky jedného z dialyzovaných pacientov .....	44
Obrázok 12: Anonymný dotazník pre pacienta .....	45
Obrázok 13: Stĺpcový graf rozdelenia pacientov na základe kritérií .....	48
Obrázok 14: Mozaikový graf rozdelenia na základe patologických procesov v dotazníku a na snímku .....	49
Obrázok 15: Stĺpcový graf rozdelenia na základe patologických procesov a návštevy dialýzy .....	50
Obrázok 16: Mozaikový graf rozdelenia na základe patologických procesov a návštevy dialýzy .....	51
Obrázok 17: Stĺpcový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na návšteve stomatológa ...	52
Obrázok 18: Mozaikový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na návšteve stomatológa	53
Obrázok 19: Stĺpcový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na pohlaví .....	54
Obrázok 20: Mozaikový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na pohlaví .....	55
Obrázok 21: Stĺpcový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na fajčení .....	56
Obrázok 22: Mozaikový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na fajčení .....	57
Obrázok 23: Vývojový diagram aplikácie PatientCard .....	61
Obrázok 24: Návrh databázy pacientov v programe MATLAB .....	62
Obrázok 25: Používateľske rozhranie aplikácie PatientCard .....	63
Obrázok 26: Filter používateľov v aplikácii PatientCard .....	63
Obrázok 27: Editor snímok v aplikácii PatientCard .....	64
Obrázok 28: Vývojový diagram funkcie na lokalizáciu patologických procesov .....	65
Obrázok 29: Histogram s nastavením prahov jednotlivých farieb .....	66
Obrázok 30: Binarizácia obrazu na základe prahovania histogramu .....	66
Obrázok 31: Výsledný binárny obraz po spojení masiek .....	66
Obrázok 32: Lokalizátor patologických procesov v aplikácii PatientCard .....	67
Obrázok 33: Vývojový diagram cyklu na výpočet plochy v obraze s použitím aktívnej kontúry .....	67
Obrázok 34: Priebeh inicializácie aktívnej kontúry pre patológiu .....	69
Obrázok 35: Zobrazenie plochy po binarizácii .....	69
Obrázok 36: Výsledok funkcie výpočtu veľkosti patologického procesu v aplikácii PatientCard .....	70
Obrázok 37: Snímka zubného kríža prvého subjektu kazuistiky .....	71
Obrázok 38: OPG snímka prvého subjektu kazuistiky .....	72
Obrázok 39: Termálna snímka prvého subjektu kazuistiky .....	72
Obrázok 40: OPG snímka druhého subjektu kazuistiky .....	73
Obrázok 41: Termálna snímka druhého subjektu kazuistiky .....	73

Obrázok 42: OPG snímka tretieho subjektu kazuistiky .....	74
Obrázok 43: Termálna snímka tretieho subjektu kazuistiky .....	74
Obrázok 44: OPG snímka štvrtého subjektu kazuistiky .....	75
Obrázok 45: Termálna snímka štvrtého subjektu kazuistiky .....	75

## **Zoznam tabuliek**

Tabuľka 1: Delenie jednotlivých štádií ochorenia obličiek.....	34
Tabuľka 2: Hodnoty na určenie mikroalbuminúrie alebo proteinúrie.....	35
Tabuľka 3: Štatistika dialyzovaných pacientov v ČR [30].....	36
Tabuľka 4: Rozdelenie pacientov na základné kritérií.....	47
Tabuľka 5: Tabuľka rozdelenia na základe patologických procesov v dotazníku a na snímku .....	48
Tabuľka 6: Tabuľka rozdelenia na základe patologických procesov a návštevy dialýzy .....	50
Tabuľka 7: Tabuľka závislosti patologických procesov na návšteve stomatóloga .....	52
Tabuľka 8: Tabuľka závislosti patologických procesov na pohlaví.....	54
Tabuľka 9: Tabuľka závislosti patologických procesov na fajčení.....	56
Tabuľka 10: Nastavenie parametrov aktívnych kontúr .....	70

# 1 Úvod

Termografia je v dnešnej dobe čoraz obľúbenejšou metódou na získavanie poznatkov o teplotných zmenách. Jedná sa o jednoduchú, neinvazívnu a presnú diagnostickú metódu a jej využitie by sme našli napríklad aj v oblasti stavebníctva alebo elektrotechniky. Vďaka kompaktným rozmerom termálnej kamery je možné sa s ňou mobilne pohybovať a zmerať tak jednoducho teplotu takmer každého požadovaného objektu.

V medicíne si svoje miesto našla ako neinvazívna diagnostická metóda na lokalizáciu rôznych patologických procesov. Najčastejšie sa uplatňuje napríklad v športovej medicíne, kde sa odborníci zameriavajú na poškodené svaly alebo väzivo, ale takisto aj v onkológii na diagnostiku karcinómov, napríklad ženských prs alebo v stomatológii na lokalizáciu patologických procesov v ústnej dutine.

Teoretická časť diplomovej práce sa skladá z piatich kapitol. Prvou je rešerš zameraná na úvod, kde sa čitateľ zoznamuje s danou problematikou v oblasti patologických procesov v ústnej dutine u dialyzovaných pacientov. Ďalšími kapitolami teoretickej časti sú potom „Termografia“, zameraná napríklad na konštrukčné riešenie termokamery, popis jej fyzikálnych princípov funkčnosti a použitia v praxi a kapitola „Dialýza“ venujúca sa popisu dialyzačných zariadení a jej funkčnosti. Predposledná kapitola s názvom „Ochorenie obličiek“ je zameraná na funkciu obličiek v organizme a na ich patologické ochorenia a posledná kapitola sa venuje problémom parodontu a jeho najčastejšie choroby.

Čo sa týka praktickej časti tejto diplomovej práce, prvou kapitolou je získanie štatisticky významného počtu termálnych snímok orofaciálnej oblasti pacientov, ktorí pravidelne podstupujú dialyzačnú liečbu a následná konzultácia týchto snímok s lekárom. Nasleduje kapitola vyhodnotenia presnosti tejto diagnostickej metódy, takzvaná kazuistika, ktorá overuje kvalitu a presnosť metódy merania a lokalizácie patologických procesov pomocou termokamery. Ďalšou kapitolou praktickej časti je štatistické vyhodnotenie závislostí pomocou vhodných štatistických testov a analýz a interpretácia získaných výsledkov v tejto diplomovej práci spolu s porovnaním výsledkov pacientov, ktorý nie sú dialyzovaný.

Poslednou kapitolou praktickej časti práce je vytvorenie aplikácie pre používateľa, ktorému táto aplikácia zjednodušuje prácu s prezeraním a vyhodnocovaním týchto snímok a takisto ponúka algoritmy, ktoré slúžia na automatickú lokalizáciu patologických procesov alebo výpočet veľkosti patológie. Aplikácia je ďalej schopná vytvárať nových pacientov, načítavať a ukladať snímky ako aj informácie o jednotlivých pacientoch a takisto tieto snímky upravovať, čo v konečnom dôsledku zlepšuje ich kvalitu a uľahčí lekárom diagnostiku. Medzi základné ponuky úprav aplikácie patrí napríklad úprava jasů alebo vyseparovanie oblasti záujmu. Aplikácia je realizovaná v programe MATLAB vo verzii r2017b a jej názov je PatientCard.

## **2 Rešerš publikovanej literatúry**

### **2.1 Stav parodontu u pacientov s chronickou poruchou obličiek pred a po pravidelnej liečbe dialýzou**

BORAWSKI, J., M. WILCZYNSKA-BORAWSKA, W. STOKOWSKA a M. MYSLIWIEC. The periodontal status of pre-dialysis chronic kidney disease and maintenance dialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation* [online]. 2006, 22(2), 457-464 [cit. 2016-11-25]. DOI: 10.1093/ndt/gfl676. ISSN 0931-0509. Dostupné z: <http://ndt.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/ndt/gfl676>

#### **Zhrnutie článku:**

Štúdie sa zúčastnilo celkovo 106 pacientov (HD, n = 35, stredný vek = 56 rokov; CAPD, n = 33, stredný vek = 51 rokov; CKD 2 až 5 štádium, stredný vek = 51 rokov) pochádzajúcich zo severovýchodného Poľska. Pacienti boli získaní z celkovej skupiny 141 HD pacientov a 61 CAPD pacientov. Dve kontrolné skupiny sa skladali z 26 obecných zdravých pacientov s pokročilým zápalom parodontu, potrebným špecializované vybavenie a z 30 pacientov z obcej populácie.

Všetky testované hodnoty sa významne líšili u každej z testovaných skupín pacientov. Hodnoty GI a PBI boli zvýšené v kontrolnej skupine s parodontitídou, v porovnaní s každou skupinou pacientov s poruchou obličiek a pacientov z obcej populácie. Hodnoty GI a PBI sú rovnomerne viac zvýšené u HD pacientov, než u CAPD pacientov a CKD pacientov pred dialýzou a pacientov z obcej populácie. Hodnoty u CAPD a CKD pacientov boli porovnateľné.

Priemerné hodnoty indexov v HD, CAPD, CKD pred dialýzou, pokročilým zápalom parodontu a obcej populácie boli nasledovné: ďasnový index (GI) – 1,37; 0,95; 1,2 a 1; index krvácania papily (PBI) – 1,45; 0; 0; 2,20 a 1; index zubného povlaku – 2,05; 1,59; 1; 2 a 1; strata miery úponu zubov (CAL) – 5,11; 3,47; 2,50; 4,68 a 1,40 mm. Kolektívny parodontálny index ďalej indikoval vysokú vážnosť zápalu parodontu vo všetkých skupinách s poruchou obličiek v porovnaní so subjektami obcej populácie. U všetkých 5 vyšetovaných skupín sa líšili absolútne hodnoty miery úponu zubov (CAL). Najvyššie boli u HD pacientov, porovnateľné ku pacientom s parodontitídou a presahovali hodnoty nájdené u CAPD a CKD pacientmi pred dialýzou a pacientmi obcej populácie.

Priemerný počet zubov sa líšil medzi 5 sledovanými skupinami. V porovnaní jednotlivých skupín boli poruchy obličiek vyššie u pacientov s periodontálnou chorobou a obecnou populáciou zatiaľ čo u CKD pacientov zostal podobný. Počet zubov u HD pacientov bol približne 15, u CAPD pacientov 16, u CKD približne 18,7 zubov, u kontrolnej skupiny s parodontitídou približne 22 a u kontrolnej skupiny obcej populácie približne 24 zubov. Najviac pokročilá bola choroba u HD pacientov – porovnateľná s plne symptomatickou formou parodontitídy. Ďalej bola postupne znížená u CAPD a CKD pacientov pred dialýzou.

## 2.2 Orálne a slinné zmeny u pacientov s ochorením obličiek v poslednom štádiu (dvojročná štúdia)

BOTS, C. P., H. S. BRAND, J. H. G. POORTERMAN, B. M. VAN AMERONGEN, M. VALENTIJN-BENZ, E. C. I. VEERMAN, P. M. TER WEE a A. V. NIEUW AMERONGEN. Oral and salivary changes in patients with end stage renal disease (ESRD): a two year follow-up study. *British Dental Journal* [online]. 2007, **202**(2), E7-E7 [cit. 2018-07-17]. DOI: 10.1038/bdj.2007.47. ISSN 0007-0610. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/bdj.2007.47>

### Zhrnutie článku:

Štúdia sa zameriava na pacientov s ochorením obličiek v poslednom štádiu, ktorí podstupovali hemodialýzu po dobu aspoň troch mesiacov. Štúdia sa zameriava na pocity smädu, suchosť v ústach a orálne zdravie pacientov na hemodialýze a na peritoneálnej dialýze pred a po transplantácii obličky.

Štúdie sa zúčastnilo celkovo 126 pacientov, z čoho 95 boli hemodialyzovaní pacienti a 31 boli pacienti na peritoneálnej dialýze. 29 z nich bolo vyradených z dôvodu chýbajúcich zubov a ďalších 13 pacientov nebolo schopných sa fyzicky dostať na zubné vyšetrenie. Pre túto štúdiu tak bolo schválených 84 pacientov. avšak 26 pacientov počas týchto dvoch rokov zomrelo a 15 pacientov nebolo možné zastihnúť. Po dvoch rokoch tak boli dostupné dáta ku analýze od 43 pacientov s ochorením obličiek v poslednom štádiu.

Z celkového počtu 43 pacientov, ktorí sa zúčastnili tejto štúdie, bolo 30 mužov v strednom - približne 54 rokov a 13 žien v strednom veku - približne 49 rokov. Stredný čas strávený na dialýze bol približne 33 mesiacov. Hlavná patológia spôsobujúca vznik posledného štádia ochorenia obličiek boli polycystické ochorenia obličiek – dospelý typ (14,0 %), IgA nefropatia (11,6 %), glomerulonefritída (7,0 %), rôzne príčiny (27,9 %) a neznáme príčiny (39,5 %).

Po dvojročnej dobe bola 20 pacientom transplantovaná oblička, v priemere 13,5 mesiaca pred druhým vyšetrením. 23 pacientov zostalo na dialýze očakávajúc transplantáciu obličiek. Aj keď sa priemerné hodnoty indexu zhnitých, chýbajúcich a vyplnených zubov (DMFT) za dva roky mierne zvýšili, štatisticky nedošlo ku veľkému rozdielu medzi pacientmi na dialýze a pacientmi s transplantáciou obličky. U pacientov po transplantácii obličky nastalo výrazné zvýšenie toku slín a to z hodnoty približne 0,30 ml/min. na hodnotu približne 0,44 ml/min., a takisto došlo ku zníženiu pocitu smädu a suchosti v ústach. U pacientov navštevujúcich dialýzu sa po dvoch rokoch zmenšilo krvácanie pri vyšetreniach z približne 29,5 % na približne 10,3 %.

Hodnoty indexu zhnitých, chýbajúcich a vyplnených zubov (DMFT), zubného povlaku a krvácania ďasien sa po dvoch rokoch výrazne nezmenili. Bolo zistené, že transplantácia obličiek zvyšuje tok slín a znižuje symptóm pocitu suchosti v ústach a smädu, teda predstavuje potenciál kvality zlepšenia života pre ovplyvnených jedincov.

## 2.3 Mechanizmus zvýšenej mortality u hemodialyzovaných pacientov s parodontitídou

ŠEDÝ, Jiří, Edita HORKÁ, René FOLTÁN, Jana ŠPAČKOVÁ a Jana DUŠKOVÁ. Mechanism of increased mortality in hemodialysed patients with periodontitis. *Medical Hypotheses* [online]. 2010, 74(2), 374-376 [cit. 2018-07-18]. DOI: 10.1016/j.mehy.2009.04.053. ISSN 03069877. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306987709003740>

### Zhrnutie článku:

Štúdia sa zaoberala parodontitídou a jej vplyvom na zníženie prežitia u hemodialyzovaných pacientov s ochorením obličiek v poslednom štádiu. Mikroorganizmy súvisiace s parodontitídou sa šíria do krvného obehu, zhoršujú reologické parametre krvi, napríklad zvýšenie jej viskozity, agregácia krvných prvkov a zníženie prietoku krvi. Tieto symptómy výrazne urýchľujú systémové alebo lokálne ochorenia, ktoré zhoršujú životnosť pacientov.

Štúdia preskúmala mechanizmy pacientov s chronickou parodontitídou, ktorých ale zdravý imunitný systém bol schopný bojovať proti baktériám a ich vedľajším produktom. Títo pacienti boli porovnaní s pacientmi s ochorením obličiek v poslednom štádiu, závislými od hemodialýzy, ktorých slabší zdravotný stav a kvalita života predpovedá predčasnú smrť. V prípade, že u hemodialyzovaných pacientov dôjde k akútnemu a následne chronickému zápalu d'asien, tento zápal rýchlo prerastie do parodontitídy, pretože ich imunitný systém nie je schopný s touto chorobou bojovať ani napriek odbornému zásahu stomatológov. Kvôli pretrvávajúcej periodontálnej chorobe a slabej imunite sa baktérie z ložiskového ohniska rýchlo rozšíria do krvného obehu, čo môže spôsobiť vznik baktérií a makrofágov, ktoré nemôžu byť vylúčené z dôvodu renálnej insuficiencie dokonca ani počas dialýzy. Výsledkom je zhoršenie zdravotného stavu a zhoršenie krvných prvkov, čo môže mať za následok, napríklad vznik kardiovaskulárnych ochorení, aterosklerózy, ischemickej choroby srdca, hypertenzie a tým pádom aj zvýšenú úmrtnosť. Tieto choroby môžu byť odhalené pri posmrtnnej pitve, avšak nie je možné o nich úplne povedať, že za ich vznikom stojí zhoršená kvalita krvi.

Štúdia potvrdila, že existujú dôkazy o tom, že mikroorganizmy súvisiace s parodontitídou zhoršujú reologické parametre krvi a tým významne prispievajú k urýchlénym systémovým alebo lokálnym ochoreniam, ktoré spôsobujú predčasnú mortalitu u dialyzovaných pacientov. Na ďalšie preskúmanie tejto hypotézy sú však potrebné ďalšie štúdie založené na detekcii a monitorovaní reologických parametrov.



## 2.4 Úloha slín pri tvorbe zubného kazu u mladých pacientov podstupujúcich hemodialýzu

ANDRADE, Marcia Rejane Thomas Canabarro, Sabrina Loren Almeida SALAZAR, Leandro Figueira Reis DE SÁ, Maristela PORTELA, Antonio FERREIRA-PEREIRA, Rosangela Maria Araújo SOARES, Anna Thereza Thomé LEÃO a Laura Guimarães PRIMO. Role of saliva in the caries experience and calculus formation of young patients undergoing hemodialysis. *Clinical Oral Investigations* [online]. 2015, **19**(8), 1973-1980 [cit. 2018-07-21]. DOI: 10.1007/s00784-015-1441-4. ISSN 1432-6981. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-015-1441-4>

### Zhrnutie článku:

Táto štúdia bola zameraná na vyšetrenie zubných kazov, stavu parodontu, parametre slín a zvyky orálnej hygieny u skupiny mladých ľudí podstupujúcich hemodialýzu. Skupina bola porovnávaná so skupinou zdravých rovesníkov, bez histórie ochorenia obličiek. Celkovo bolo do tejto štúdie zahrnutých 52 hemodialyzovaných a 52 zdravých subjektov, ktorých vek, pohlavie a sociálne zaradenie boli v približne rovnakom pomere. Vekový priemer subjektov bol od 5 do 19 rokov, pričom stredný vek týchto pacientov bol približne 13 rokov. Hemodialyzovaní pacienti podstupovali hemodialýzu 3-krát do týždňa po dobu približne 4 hodín.

Hemodialyzovaná skupina sa skladala z 24 mužov a 28 žien bez významného rozdielu, napríklad vo veku, pohlaví alebo sociálneho zaradenia. Stredná doba návštevy dialýzy u jednotlivých pacientov bola približne 3 roky. Výsledky štúdie preukázali, že najčastejšia príčina ochorenia obličiek bola glomerulonefritída (až 26,9 %). Taktiež bolo spozorované, že všetci hemodialyzovaní pacienti mali predpísanú diétu stravu so zvýšenými sacharidmi z dôvodu kompenzácie ich diéty, ktorá je ochudobnená na bielkoviny.

V rámci štúdie bola vykonaná analýza počtu zhnitých, chýbajúcich a vyplnených zubov (DMFT), ďasnový index (GI), usadenie zubného kameňa, meranie hĺbky periodontálnej medzery, index miery úponu zubov (CAL), ústup ďasien a miera krvácania pri vyšetreniach. Zbierali sa taktiež stimulované vzorky pre vyhodnotenie toku slín, ich pH a koncentrácia vápnika, fosforu a urey v slinách pomocou kolorimetrickej metódy.

Ohľadne orálnej hygieny, 83 % pacientov s potrebou hemodialýzy a 96 % pacientov z kontrolnej skupiny prehlásili, že si čistia zuby denne. Analýza periodontálnych parametrov medzi týmito dvoma skupinami neindikovala žiadny významný rozdiel pre ďasnový index (GI) a index miery úponu zubov (CAL), avšak významnejšie rozdiely boli zaznamenané pri hodnotách indexu zubného povlaku (mm/zub).

Hemodialyzovaní pacienti mali menej zubného kazu, avšak viac zubného povlaku a kameňa. Ohľadne analýzy slín, hemodialyzovaní pacienti vykazovali významne vyššie hodnoty pH, tlmivú kapacitu a hodnoty urey v slinách ako kontrolná skupina.

## 2.5 Ochorenie parodontu a jeho vplyv na zdravie pacientov s ochorením obličiek v konečnom štádiu

KSHIRSAGAR, Abhijit V., Ronald G. CRAIG, Kevin L. MOSS, et al. Periodontal disease adversely affects the survival of patients with end-stage renal disease. *Kidney International* [online]. 2009, 75(7), 746-751 [cit. 2018-07-21]. DOI: 10.1038/ki.2008.660. ISSN 00852538. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0085253815537678>

### Zhrnutie článku:

Do tejto štúdie bolo zaradených celkovo 523 pacientov a 4 dialyzačné prístroje, pričom 199 pacientov sa štúdie nakoniec zúčastniť odmietlo a 168 pacientov nemohlo byť zaradených do štúdie z dôvodu nedostatku zubov. Štúdie sa tak zúčastnilo celkovo 168 subjektov, pričom 100 subjektov malo iba mierne alebo žiadne poškodenie parodontu a zvyšných 68 subjektov malo stredne ťažké ochorenie parodontu.

Rozdiely medzi týmito skupinami boli na začiatku štúdie len minimálne, a to hlavne v oblasti namerania hodnôt, ako napríklad rizika kardiovaskulárnych porúch, rizika hypertenzie, rizika vzniku diabetes mellitus alebo hodnôt krvného tlaku. Minimálne rozdiely boli takisto v príčine ochorenia obličiek v konečnom štádiu, typu prístupu na dialýzu a merania renálnej osteodystrofie medzi týmito skupinami.

Počas 18 mesačného obdobia nastalo 22 úmrtí z čoho 14 úmrtí bolo spôsobené kardiovaskulárnymi poruchami a 8 úmrtí malo iné príčiny. U pacientov, ktorí trpeli stredne ťažkou parodontitídou bola úmrtnosť spôsobená kardiovaskulárnou poruchou významne prepojená s touto parodontitídou, a to až s 95% intervalom spoľahlivosti.

Štúdia potvrdila, že stredne ťažká parodontitída bola silno prepojená s úmrtiami spôsobenými kardiovaskulárnymi poruchami. U pacientov s týmto typom parodontózy bolo po 18 mesiacoch až 5násobne viac úmrtí ako u pacientov, ktorí trpeli len miernym alebo žiadnym typom parodontózy. Hlavnými príčinami úmrtí však boli komplikácie srdčnej činnosti, ktoré mohli byť spôsobené aj inými faktormi, avšak parodontóza v ťažkom štádiu k tomuto stavu silne napomohla. Ďalšie problémy zaznamenané u týchto pacientov boli napríklad zrýchlený vznik aterosklerózy, anémia, vysoký tlak alebo poruchy metabolizmu minerálov a vitamínov, napríklad vitamínu D.

## **2.6 Retrospektívna štúdia o kvalite života podmienená orálnym zdravím u pacientov s ochorením obličiek podstupujúcich hemodialýzu**

PAKPOUR, Amir H., Santhosh KUMAR, Bengt FRIDLUND a Stefan ZIMMER. A case-control study on oral health-related quality of life in kidney disease patients undergoing haemodialysis. *Clinical Oral Investigations* [online]. 2015, **19**(6), 1235-1243 [cit. 2018-07-21]. DOI: 10.1007/s00784-014-1355-6. ISSN 1432-6981. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-014-1355-6>

### **Zhrnutie článku:**

Do tejto štúdie bolo zahrnutých 512 pacientov pravidelne navštevujúcich hemodialýzu a kontrolná skupina pozostávajúca z 255 jedincov. Sociálno-demografické faktory boli zaznamenané pomocou dotazníkov. Laboratórne a klinické údaje každého pacienta boli získané z klinických a patientskych elektronických záznamov. Stredný vek hemodialyzovaných pacientov bol približne 58 rokov a stredný vek kontrolnej skupiny bol približne 56 rokov. Všetkým subjektom boli vyšetrené hodnoty, ako napríklad ďasnový index (GI), miera zubného povlaku, stav parodontu alebo stav vypadnutých či zhnitých zubov (DMFT).

Primárnou príčinou ochorenia obličiek bola hypertenzia (41,6 %) a diabetes mellitus (35,5 %). Vo všetkých indexoch orálneho zdravia sa našli medzi oboma skupinami významné rozdiely. Hemodialyzovaní pacienti mali významne vyššiu strednú hodnotu ďasnového indexu (GI), horší stav parodontu a viac zubných kazov. Periodontálne štrbiny hlbšie než 4 mm boli častejšie diagnostikované u hemodialyzovaných pacientov a títo pacienti takisto hlásili zhoršenú kvalitu života podmienenú zdravím a tiež vyšší vplyv orálneho zdravia v porovnaní s kontrolnou skupinou.

Hemodialyzovaní pacienti si zuby čistili menej často a takisto použitie zubnej nite u nich nebolo také časté ako u kontrolnej skupiny. Štatisticky významný rozdiel sa našiel aj v počte návštev zubného lekára. Kontrolná skupina navštevovala zubné ambulancie častejšie ako skupina podstupujúca hemodialýzu.

## **2.7 Správanie parodontu a zubné, periodontálne a mikrobiologické nálezy u pacientov podstupujúcich hemodialýzu a pacientov po transplantácii obličky**

SCHMALZ, Gerhard, Anne KAUFFELS, Otto KOLLMAR, Jan E. SLOTTA, Radovan VASKO, Gerhard A. MÜLLER, Rainer HAAK a Dirk ZIEBOLZ. Oral behavior, dental, periodontal and microbiological findings in patients undergoing hemodialysis and after kidney transplantation. *BMC Oral Health* [online]. 2016, **16**(1), - [cit. 2018-07-22]. DOI: 10.1186/s12903-016-0274-0. ISSN 1472-6831. Dostupné z: <http://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-016-0274-0>

### **Zhrnutie článku:**

Cieľom tejto štúdie bolo zamerať sa na pozorovanie zmien zubného parodontu a na pozorovanie zmien zubných, periodontálnych a mikrobiologických nálezov u pacientov s ochorením obličiek v konečnom štádiu, ktorí sú závislí na hemodialýze a pacientov, ktorí sú po transplantácii obličky.

Na začiatku štúdie boli títo pacienti vyšetrení pomocou dotazníka, ktorí obsahoval základné informácie o ich orálnej hygiene, ako napríklad periodicitu umývania zubov alebo pomôcky používané pri orálnej hygiene. Ďalej boli vyšetreniami zaznamenané ďalšie informácie, ako počet zubných kazov alebo zhnitých zubov, skrining ústnej sliznice a stav parodontu. Takisto bola vykonaná mikrobiologická analýza vzoriek subgingiválneho biofilmu.

Celkovo sa štúdie zúčastnilo 70 pacientov, z toho 35 boli pacienti navštevujúci hemodialýzu s ochorením obličiek v poslednom štádiu a 35 boli pacienti po transplantácii obličky. Priemerný vek pacientov bol približne 56 rokov. U pacientov po transplantácii bol zaznamenaný zvýšený výskyt a vznik gingivitídy. Čo sa týka počtu zhnitých zubov a vzniku zubného kazu medzi týmito dvoma skupinami neboli zaznamenané žiadne významné rozdiely. Zaznamenaný bol aj zvýšený vznik parodontitídy u oboch skupín, čo indikuje potrebu jej liečby a tiež zvýšenú prítomnosť baktérií *Parvimonas micra* a *Capnocytophaga species* u skupiny podstupujúcu hemodialýzu.

Záver štúdie preukázal zvýšenú potrebu liečby parodontu a potrebu častejších kontrol a prevencií u zubného lekára a dentálnych hygienikov. Čo sa týka mikrobiologických nálezov, u oboch skupín neboli zaznamenané významné rozdiely.

## 2.8 Účinky metabolického syndrómu na parodont u hemodialyzovaných pacientov

TAVAKOLI, Mohammad, Mozghan IZADI, Jaber YAGHINI, Abdolah RASTEGARI a AhmadMoghareh ABED. A survey on the effects of metabolic syndrome on the periodontal indices of hemodialysis patients. *Dental Research Journal* [online]. 2016, **13**(4), 333- [cit. 2018-07-22]. DOI: 10.4103/1735-3327.187873. ISSN 1735-3327. Dostupné z: <http://www.drjournal.net/text.asp?2016/13/4/333/187873>

### Zhrnutie článku:

V tejto štúdií bolo vybraných 75 pacientov, z ktorých 50 boli hemodialyzovaní pacienti, podstupujúci hemodialýzu približne 5 rokov a 25 z nich boli zdraví ľudia. Rozdelení boli do troch skupín po 25 ľudí. Podmienky prijatia ľudí do tejto štúdie boli tri, a to, že pacient musí mať minimálne 10 zubov, pacient nesmie byť fajčiar a užívať antibiotiká minimálne dva mesiace pred začiatkom štúdie a poslednou podmienkou bolo, že pacient nesmel absolvovať žiadnu operáciu alebo transplantáciu.

Prvú skupinu tvorili hemodialyzovaní pacienti, ktorí netrpeli metabolickým syndrómom, druhá skupina bola tvorená takisto hemodialyzovanými pacientmi, avšak s príznakmi metabolického syndrómu a tretia skupina bola kontrolná skupina. Vek pohlavie a fyzická kondícia boli medzi skupinami zosúladené, aby sa minimalizovali intervenčné faktory.

Hodnotenie metabolického syndrómu bolo vykonané s ohľadom na 4 špecifikácie: 1) Obezita v oblasti brucha (muži viac ako 102 cm, ženy viac ako 88 cm), 2) Hypertriglyceridémia (tryglicerid viac ako 150 mg/dl), 3) Cholesterol (muži viac menej ako 40 mg/dl a ženy menej ako 50 mg/dl), 4) Hypertenzia (tlak väčší ako 130/85 mmHg), 4) Vysoká hladina glukózy v plazme (viac ako 110 mg/dl). Minimálne tri z týchto špecifikácií museli byť prítomné, aby sa mohlo potvrdiť, že pacient trpí metabolickým syndrómom. Následne bol stav parodontu vyšetrený pomocou rádiologického a mechanického vyšetrenia a resorpcia kostí vybraných pacientov zmeraná a vypočítaná dvoma stomatológmi. Za resorpciu kostí sa považoval stav, kedy vzdialenosť zubného cementu od hrotu koreňa zubu po jeho koniec bola viac ako 2 mm.

Po vyselektovaní pacientov bola následne zaznamenaná priemerná hodnota resorpcie kostí jednotlivých skupín, stanovila sa hĺbka a vzdialenosť od okraja gingivy ku hĺbke gingiválnej trhliny pomocou Williamsovej sondy a index krvácania. Následne boli tieto hodnoty medzi jednotlivými skupinami porovnávané a výsledky zaznamenávané.

Výsledky tejto štúdie odhalili, že komplikácie systémového ochorenia, ktorého súčasťou je aj zdravie parodontu, mali častejší výskyt u pacientov, ktorí trpeli metabolickým syndrómom ako u pacientov, ktorí boli bez príznakov metabolického syndrómu.

## **2.9 Hodnotenie stavu parodontu a rizika u pacientov s chronickou poruchou obličiek podstupujúcich hemodialýzu**

KIM, Yeon Jung, Luciana Martins de MOURA, Christiane Peres CALDAS, Caroline PEREZINI, Gilson Fernandes RUIVO a Debora PALLOS. Evaluation of periodontal condition and risk in patients with chronic kidney disease on hemodialysis. *Einstein (São Paulo)* [online]. 2017, **15**(2), 173-177 [cit. 2018-07-22]. DOI: 10.1590/s1679-45082017ao3867. ISSN 1679-4508. Dostupné z: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-45082017000200173&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082017000200173&lng=en&tlng=en)

### **Zhrnutie článku:**

Štúdie sa zúčastnilo 115 pacientov s chronickou poruchou obličiek, ktorí boli liečení pomocou hemodialýzy na nefrologickej klinike v Taubaté (Brazília). 71 z nich bolo mužov vo veku približne 47 rokov a 16 bolo fajčiarov. Priemerná doba dialýzy bola 3 a pol roka. 8 pacientov bolo úplne bez zubov a u 107 jednotlivcov boli nájdené individuálne problémy v oblasti orálneho zdravia.

Všetci zúčastnení museli podpísať informovaný súhlas na začiatku štúdie. Vyradení boli tí pacienti, ktorí tento súhlas nepodpísali, tehotné a dojčiace ženy, pacienti pozitívny na HIV a osoby s hepatítidou typu B a C. Na začiatku štúdie bola vykonaná anamnéza na vyhodnotenie zdravotného stavu pacienta (diabetes, užívanie tabakových výrobkov a systémových ochorení) a parodontálna klinická kontrola u stomatologického lekára. Parodontálna skúška sa vykonala použitím dvoch skriningových zariadení, ktoré boli predtým skalibrované. Jednou z nich bola aj parodontálna sonda Williams od firmy Trinity (Brazília).

Merané parametre boli index zubného povlaku, ďasnový index (GI), hĺbka sondovania a miera úponu zubov (CAL). Jednotlivci boli ďalej kategorizovaní podľa prítomnosti a závažnosti periodontálnej choroby, a to do kategórií s miernou parodontitídou alebo pokročilou parodontitídou. Riziko parodontu bolo individuálne merané pomocou špeciálne modifikovaného nástroja, vyvinutého spoločnosťou Chandra. Klinické parametre, ako napríklad krvácanie pri vyšetrení, počet chýbajúcich zubov, pomer straty a veku alebo napríklad prítomnosť cukrovky boli zahrnuté do predpripraveného kódu vytvoreného v programe Microsoft Office Excel. Následne boli jednotlivci kategorizovaní pomocou tohto programu do troch rizikových skupín.

Výsledky štúdie preukázali, že viac ako 99 % zúčastnených pacientov trpelo akoukoľvek formou parodontitídy, z toho 55 subjektov trpelo miernym ochorením parodontu, 28 stredne závažným ochorením parodontu a 23 subjektov pokročilou parodontitídou.

## 2.10 Rizikové faktory parodontu u hemodialyzovaných pacientov

HOU, Yue, Xin WANG, Cong-Xiao ZHANG, Yu-Dan WEI, Li-Li JIANG, Xiao-Yu ZHU a Yu-Jun DU. Risk factors of periodontal disease in maintenance hemodialysis patients. *Medicine* [online]. 2017, **96**(35), e7892- [cit. 2018-07-28]. DOI: 10.1097/MD.00000000000007892. ISSN 0025-7974. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00005792-201709010-00029>

### Zhrnutie článku:

V tejto štúdií sa porovnávali demografické a laboratórne údaje 136 hemodialyzovaných pacientov. 70 pacientov trpelo ochorením parodontu a 66 pacientov bolo v skupine, ktorá netrpela ochorením parodontu.

Štúdia sa zameriavala na skúmanie rizikových faktorov ochorenia parodontu u týchto pacientov a pacientov bez ochorenia parodontu. Parodontálne ochorenia zahŕňali gingivitídu a parodontitídu. Gingivitída bola diagnostikovaná na základe symptómov, ako napríklad začervenanie, opuchnutie ďasien alebo náchylnosťou na krvácanie pri mechanickom podráždení. Parodontitída bola diagnostikovaná na základe prejavov periodontálnych abscesov, uvoľnených zubov, atrofie alebo napríklad periodontálneho abscesu.

U pacientov s ochorením obličiek v konečnom štádiu boli identifikované choroby, ako napríklad diabetická nefropatia, chronická glomerulonefritída, hypertenzia, polycystické ochorenie obličiek a iné. Vo všeobecnosti pacienti podstupujúci hemodialýzu vo veku od 30 do 39 rokov mali nižší výskyt parodontu ako napríklad pacienti vo veku od 70 do 79 rokov. U týchto pacientov sa ochorenie parodontu zvýšilo až o 90 %. Najväčší výskyt parodontu sa zaznamenal u hemodialyzovaných pacientov v prípade že išlo o mužov, fajčiarov alebo diabetikov. Pacienti, ktorí dodržiavali ústnu hygienu aspoň 2krát denne mali pozorovateľne menšiu šancu na vznik parodontu, ako pacienti, ktorí si čistili zuby iba jedenkrát do dňa.

Takisto bol u hemodialyzovaných pacientov s ochorením parodontu zaznamenaná vyššia hladina cholesterolu. Čo sa týka napríklad hodnôt hemoglobínu, krvných doštičiek, vápnika, fosforu alebo hypertenzie, neboli medzi týmito dvoma skupinami zaznamenané významné rozdiely.

## **2.11 Orálne zdravie hemodialyzovaných pacientov: Prierezová štúdia v dvoch hemodialyzačných strediskách v Nemecku**

ZIEBOLZ, Dirk, Petra FISCHER, Else HORNECKER a Rainer F. MAUSBERG. Oral health of hemodialysis patients: A cross-sectional study at two German dialysis centers. *Hemodialysis International*[online]. 2011, , n/a-n/a [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1111/j.1542-4758.2011.00606.x. ISSN 14927535. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1542-4758.2011.00606.x>

### **Zhrnutie článku:**

Cieľom štúdie bol výskum orálnej hygieny a stav orálneho zdravia u hemodialyzovaných pacientov v Nemecku. do štúdie boli zahrnutí pacienti navštevujúci dve dialyzačné strediská. Ich anamnézy a zubná starostlivosť boli zaznamenané pomocou dotazníkov. Zubné vyšetrenie zahrňovalo stupeň zápalu ďasien a zubný stav.

Celkovo sa štúdie zúčastnilo 54 pacientov vo veku približne 64 rokov, pričom 31 bolo mužov a 23 žien. Priemerná doba na dialýze bola približne 4 roky. Primárna príčina ochorenia obličiek bola najmä glomerulonefritída (30 %) a diabetická nefropatia (22 %). 34 zo zúčastnených pacientov navštevovalo stomatológa iba v prípade komplikácií. Pri 46 prípadoch bol zubný lekár informovaný o pacientovej nutnosti dialýzy a vo väčšine prípadov sa zubné vyšetrenie konalo deň po dialýze.

Stredná hodnota zubného stavu u hemodialyzovaných pacientov bola približne 22,1. Podiel skazených zubov bol malý, avšak podiel chýbajúcich zubov bol naopak vysoký. Stredná hodnota stupňa zápalu ďasien bol 1. Ďasna vykazovali iba nízku úroveň zápalových zmien.



## 2.12 Skryté ochorenia obličiek a dĺžka hemodialýzy: Zhodnotenie efektu na orálne zdravie

JAIN, Swati. Underlying Kidney Disease and Duration of Hemodialysis: An Assessment of Its Effect on Oral Health. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH* [online]. 2014, , - [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.7860/JCDR/2014/7853.4402. ISSN 2249782X. Dostupné z: [http://jcdcr.net/article\\_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2014&volume=8&issue=5&page=ZC65&issn=0973-709x&id=4402](http://jcdcr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2014&volume=8&issue=5&page=ZC65&issn=0973-709x&id=4402)

### Zhrnutie článku:

Tejto štúdie sa zúčastnilo celkovo 400 pacientov podstupujúcich hemodialýzu v priemernom veku okolo 51 rokov, pričom 268 z nich bolo mužského pohlavia a 132 z nich bolo ženského pohlavia. Kontrolnú skupinu tvorilo ďalších 400 subjektov, ktorých priemerný vek bol okolo 50 rokov.

Je totiž známe, že orálne zdravie pacientov, ktorý podstupujú hemodialýzu, sa s predlžujúcou sa dobou na hemodialýze zhoršuje a oslabuje. Štúdia teda mala za cieľ zhodnotiť efekt dĺžky hemodialýzy a ochorenia obličiek na orálne zdravie pacientov.

Počas štúdie sa našla pozitívna korelácia medzi dobou pacienta podstupujúceho dialýzu a maximálnymi hodnotami kolektívneho periodontálneho indexu. 81 % hemodialyzovaných pacientov a 75 % kontrolných subjektov malo nálezy zubného kameňa a previsnuté okraje výplní. Index miery úponu zubov (CAL) bol u hemodialyzovaných pacientov vyšší ako u kontrolnej skupiny. Stredný index zhnitých, chýbajúcich alebo vyplnených zubov (DMFT) bol u hemodialyzovaných pacientov 3,552 a u kontrolnej skupiny 3,559. Prítomnosť dentálnych protéz bola potvrdená u 23 % subjektov z kontrolnej skupiny a iba u 14,5 % zo skupiny hemodialyzovaných pacientov.

Ukázalo sa, že zdravotný stav chrupu bol zhoršený u pacientov podstupujúcich hemodialýzu a zhoršoval sa trvaním hemodialýzy a typom skrytého ochorenia obličiek, najčastejšie kvôli nedostatočnej zubnej hygiene, napomáhajúcej tvorbe ochorení. Odporúča sa teda efektívna implantácia zdravotných programov propagujúcich správnu orálnu hygienu.

## **2.13 Zhoršenie stavu orálneho zdravia a jej súvislosť s dobou, počas ktorej pacient podstupuje hemodialýzu**

SEKIGUCHI, Ricardo Takiy, Claudio Mendes PANNUTI, Helio Tedesco SILVA JR., José Osmar MEDINA-PESTANA a Giuseppe Alexandre ROMITO. Decrease in oral health may be associated with length of time since beginning dialysis. *Special Care in Dentistry* [online]. 2012, **32**(1), 6-10 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1111/j.1754-4505.2011.00223.x. ISSN 02751879. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1754-4505.2011.00223.x>

### **Zhrnutie článku:**

V štúdií sa odborníci zameriavali na vyhodnotenie toho, ako je orálne zdravie pacienta ovplyvnené dobou, za akú pacient podstupuje dialyzačnú terapiu. Štúdie sa zúčastnilo celkovo 94 subjektov. Demografické parametre, periodontálne parametre a index zhnitých, chýbajúcich alebo vyplnených zubov (DMFT) boli zaznamenané pomocou vyšetrenia u stomatológa.

Všetkých 94 subjektov bolo následne rozdelených do dvoch skupín podľa doby strávenej na hemodialýze. Skupina L (pacienti, ktorí na dialýze strávili menej ako 36 mesiacov) a skupina M (pacienti, ktorí na hemodialýze strávili viac ako 36 mesiacov). V skupine M bola hĺbka periodontálnej štrbiny hlbšia a miera úponu zubov (CAL) bola významne vyššia, ako u skupiny L. Hodnota indexu zhnitých, chýbajúcich alebo vyplnených zubov (DMFT) bola takisto významne vyššia v skupine M ako v skupine L. Takisto bola pozorovaná mierna korelácia medzi dĺžkou času stráveného na hemodialýze s indexom zhnitých, chýbajúcich alebo vyplnených zubov (DMFT) a hĺbkou štrbiny medzi úponmi zubov.

Skupina M, ktorá na dialýze strávila viac ako 36 mesiacov, mala viac periodontálnych ochorení a vyšší index zhnitých, chýbajúcich alebo vyplnených zubov (DMFT), čo napovedá tomu, že doba strávená na dialýze môže negatívne ovplyvniť orálne zdravie.

## 2.14 Stav ústnej dutiny u príjemcov transplantácie obličky

GAŠPAR, Marija, Ana GLAVINA, Kristina GRUBIŠIĆ, Ivan SABOL, Mirela BUŠIĆ a Marinka MRAVAK STIPETIĆ. The Oral Cavity State in Renal Transplant Recipients. *Acta Stomatologica Croatica* [online]. 2015, **49**(3), 204-213 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.15644/asc49/3/2. ISSN 00017019. Dostupné z: [http://www.ascro.hr/fileadmin/user\\_upload/2015/Number\\_2015-3/gaspar\\_2015-3.pdf](http://www.ascro.hr/fileadmin/user_upload/2015/Number_2015-3/gaspar_2015-3.pdf)

### Zhrnutie článku:

Cieľom tejto štúdie bolo zhodnotenie orálneho zdravia (stavom zubov, hygienou, léziami spojenými s konzumáciou liekov, časom transplantácie a frekvencie návštev zubného lekára v potransplantačnej dobe). Štúdia zahŕňovala 100 subjektov s transplantovanou obličkou a 100 náhodne zvolených kontrolných subjektov. Zo subjektov po transplantácii bolo 62 žien a 38 mužov vo veku približne 52 rokov a z kontrolnej skupiny bolo 48 žien a 52 mužov vo veku približne 50 rokov.

Výsledky vykazovali významne vyšší výskyt orálnych lézií u pacientov po transplantácii (31 %) ako u kontrolnej skupiny (12 %). Najčastejšie sa vyskytovali podkožné zápaly, keratózy a hyperplazie gingivy. Priemerný index zhnitých, chýbajúcich a vyplnených zubov (DMFT) bol významne nižší u pacientov po transplantácii než u kontrolnej skupiny a nenašiel sa významný rozdiel medzi pohlavím pacientov. Takisto nebola nájdená žiadna korelácia s časom uplynutým od transplantácie alebo s vekom pacientov.

Ďalej výsledky preukázali, že pacienti po transplantácii mali index zubného povlaku priemerne 1,02 a kontrolná skupina priemerne 1,11. Významná korelácia medzi indexom zubného povlaku a indexom zhnitých, chýbajúcich alebo vyplnených zubov (DMFT) sa u pacientov po transplantácii nenašla.

Významný rozdiel sa našiel v používaní dodatočných zubných pomôcok pre orálnu hygienu medzi pacientmi po transplantácii (24 %) a kontrolnou skupinou (62 %). Iba 48 % pacientov po transplantácii navštívilo po operácii stomatológa. Subjektívne pocity sucha v ústach bol prítomný u 33 % pacientov po transplantácii a u 13 % pacientov z kontrolnej skupiny. Významná korelácia pocitu sucha v ústach s vekom, pohlavím, užívaním liekov alebo orálnymi léziami sa nenašla.

## 2.15 Zhodnotenie rešerše

Cieľom tejto rešerše je zoznámenie sa s danou problematikou v oblasti patologických procesov v orofaciálnej sústave pacientov, ktorí trpia poruchou obličiek, prípadne chronickým zlyhaním obličiek a potrebou pravidelnej dialýzy.

Súčasťou rešerše boli takisto výskumy a pozorovania, ktoré preukázateľne potvrdzujú, že pacienti s poruchou alebo zlyhaním obličiek trpia častejším výskytom patológií v oblasti ústnej dutiny a takisto zvýšeným vypadávaním zubov, ako pacienti, ktorí netrpia poruchou alebo zlyhaním obličiek. U pacientov, ktorí trpia poruchou a zlyhaním obličiek a nenavštevovali pravidelne stomatológa, bola dokonca potvrdená zvýšená mortalita súvisiaca s ich stavom v ústnej dutine. Dôvodom bolo, že pacienti, ktorí trpia ochorením obličiek, častokrát trpia aj inými vážnymi ochoreniami, ako napríklad cukrovka alebo hypertenzia. Väčší a častejší výskyt baktérií a vírusov v ústnej dutine, ktoré sa následne rozšírili do krvného riečiska preto v kombinácii s inými ochoreniami spôsobili pacientovi vznik nových zdravotných komplikácií a zhoršenie zdravotného stavu, ktoré mohlo priamo súvisieť s ich úmrtím. Výskumy tiež potvrdili, že preukázateľne lepší stav ústnej dutiny mali pacienti, ktorí pravidelne navštevovali stomatologické ambulancie a dodržiavali správnu ústnu hygienu.

Po preštudovaní rešerše je teda zrejmé, že pacienti, ktorí trpia niektorým štádiom poruchy obličiek, prípadne zlyhaním obličiek, majú zvýšenú náchylnosť organizmu na častejší výskyt patologických procesov v ústnej dutine, ako zdraví pacienti. Je preto dôležité apelovať na dialyzovaných pacientov, aby dodržiavali pravidelné preventívne prehliadky u svojho stomatológa a dodržiavali správnu dentálnu hygienu a predchádzali tak dokázateľne zrýchlenu zhoršeniu stavu v ich ústnej dutine.

### 3 Termografia

História termografie siaha až do roku 1830, kedy došlo ku prvému záznamu infračerveného žiarenia. Veľký zlom v termografii však nastal až v roku 1929 po vytvorení prvého monodetektoru, schopného zaznamenávať infračervené žiarenie. Odvtedy ubehlo už veľa rokov a termografia si našla svoje uplatnenie vo viacerých odvetviach, ako napríklad v stavebníckom odvetví, strojárskom odvetví, potravinárskom odvetví alebo v medicíne.

V odvetví medicíny sa termokamera využíva najmä na diagnostiku zápalových ložísk, ktoré majú obvykle oproti okoliu zvýšenú teplotu, a preto ich termokamera dokáže zaznamenať. Svoje uplatnenie si našla, napríklad v mamológii, stomatológii alebo angiológii [15].



*Obrázok 1: Termokamera T-1000 SMART používaná v medicíne [18]*

#### 3.1 Technické riešenie termokamery

Termokamera je tvorená viacerými časťami, kde každá časť má svoje opodstatnenie a je na nej závislá celková funkčnosť.

Prvou časťou termokamery je jej **optický systém**. Ten má za úlohu rozpoznávať infračervené žiarenie. Skladá sa zo šošovky, najčastejšie z germánia potiahnutej antireflexným potahom, ktorý slúži na zlepšenie prenosu. Úlohou šošovky je sústredenie infračerveného žiarenia na jeho detektor. Detektor

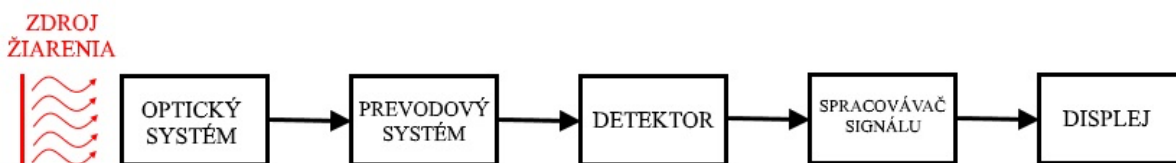
následne vytvorí termogram. Ďalej sa tu nachádza uzáver a zaoštrovacie ohnisko. Súčasťou optického systému môžu byť aj rôzne filtre, napríklad na zachytávanie alebo filtrovanie konkrétnych vln.

Druhou časťou je **prevodový systém**, ktorý slúži na prenos zachyteného signálu, a to napríklad pomocou vákua alebo optických káblov.

Tretia časť je **detektor**, ktorý konvertuje zachytenú elektromagnetickú radiáciu na elektrický signál. Ten je následne digitalizovaný pomocou A/D prevodníku a ďalej digitalizovaný do finálnej podoby – termosnímkou. Najčastejšie sa používajú detektory nazývané mikrobolometre, čo sú špecifické rezistory, ktorých odpor sa mení v závislosti na dopadajúcom infračervenom žiarení.

Štvrtá časť je **spracovanie signálu**. Tá má za úlohu zosilňovať signál z detektoru, napríklad pomocou integrovaného predzosilňovača alebo aj prídavného filtru, ktorý odstráni šum alebo upraví šírku pásma. Výsledný signál je potom spracovaný buď pomocou Furiérovej alebo vlnovej transformácie a spolu s ďalšími aplikáciami je následne spracovaný a zobrazený ako hotová snímka vrátane informácií.

Posledná časť je  **displej**. Ten prijíma výsledný spracovaný signál a zobrazuje ho používateľovi ako výslednú snímku, ktorá zároveň obsahuje informácie o snímke a možnosť jej editácie [16].



Obrázok 2: Blokovaná schéma termokamery

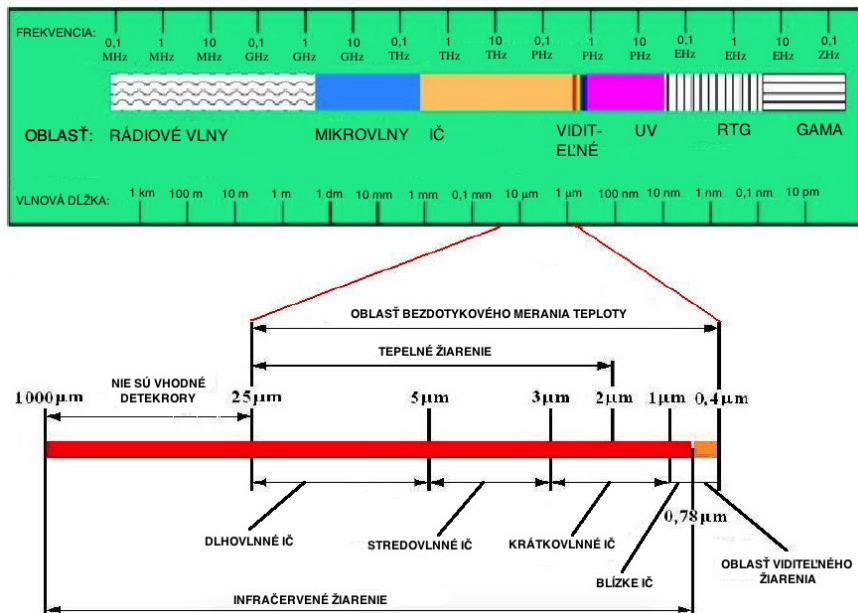
Dnešné termokamery dokážu pracovať až na rozlíšení 1024x768 pixelov, avšak cena takýchto kamier sa pohybuje radovo okolo jedného milióna českých korún. V praxi sa teda stretávame s kamerami s rozlíšením 240x320 pixelov a cenou okolo sto tisíc korún českých za kus. Rozdiel je pozorovateľný najmä v kvalite rozlíšenia výslednej snímky.

## 3.2 Fyzikálne princípy termokamery

### 3.2.1 Spektrum vyžarovania vlnovej dĺžky

Medzi základné fyzikálne pojmy, ktoré priamo súvisia s termokamerou patrí elektromagnetické spektrum vyžarovania. Každá vlnová dĺžka vyžaruje na inej frekvencii. Vlnová dĺžka oblasti infračerveného spektra, v ktorom sa meranie pomocou termokamery pohybuje je v rozmedzí od 0,4  $\mu\text{m}$  po 25  $\mu\text{m}$ . Táto oblasť odpovedá teplote približne od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  až do  $10\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Problémom

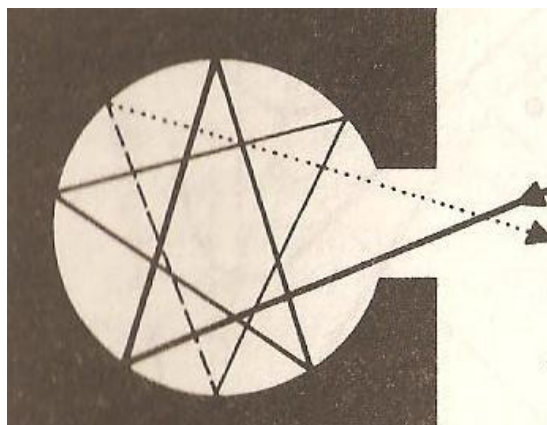
môže byť snímanie vlnovej dĺžky nad  $25\text{ }\mu\text{m}$ . Termokamery, ktoré by dokázali zaznamenávať takéto vlnové dĺžky zatiaľ neboli skonštruované.



Obrázok 3: Oblať vyžarovania infračerveného žiarenia

### 3.2.2 Absolútne čierne teleso

Ďalším dôležitým pojmom pri snímaní pomocou termokamery je pojem čierne teleso. Jedná sa o ideálne teleso, ktoré pohlcuje všetko na neho dopadajúce žiarenie, a to bez ohľadu na jeho vlnovú dĺžku alebo uhol, pod ktorým dopadne. V praxi tieto telesá slúžia napríklad na veľmi presnú kalibráciu termokamier [18].



Obrázok 4: Princíp fungovania čierneho telesa [31]

S pojmom čierneho telesa súvisia aj tri hlavné fyzikálne zákony. Prvým z nich je **Wienov posunovací zákon**. Ten nám hovorí, že maximum spektrálnej intenzity vyžarovania sa mení v závislosti na teplote. Z toho vyplýva, že čím je teleso teplejšie, tým vyžaruje na kratších vlnových dĺžkach, a teda aj na vyšších frekvenciách. Pre tento zákon platí obecný výpočet:

$$\lambda_{\max} = \frac{2,898 \text{ [mm} \cdot \text{K]}}{T} \quad (1)$$

kde  $\lambda_{\max}$  odpovedá výslednej vlnovej dĺžke maxima spektrálnej hustoty vyžarovania, symbol  $T$  odpovedá teplote telesa a hodnota 2,898 odpovedá hodnote Wienovej konštanty.

Druhým zákonom je **Planckov vyžarovací zákon**, ktorý vyjadruje závislosť intenzity vyžarovania čierneho telesa na frekvencii. V praxi to znamená, že čím je väčšia teplota zdroja, tým je väčšia hustota vyžarovania čierneho telesa a maximálna hodnota sa posúva ku menším vlnovým dĺžkam. Obecný výpočet pre tento zákon je:

$$dI = \frac{\hbar}{4\pi^2 c^2} \cdot \frac{\omega^3}{\frac{\hbar\omega}{e^{kT}} - 1} d\omega \quad (2)$$

kde  $I$  vyjadruje intenzitu žiarenia,  $c$  vyjadruje rýchlosť svetla vo vákuu,  $\hbar$  vyjadruje redukovanú Planckovu konštantu,  $k$  vyjadruje Boltzmannovu konštantu, hodnota  $T$  vyjadruje teplotu čierneho telesa a  $\omega$  vyjadruje uhlovú frekvenciu žiarenia.

Posledným zákonom je **Stefan-Boltzmannov zákon**, ktorý popisuje celkovú intenzitu čierneho telesa a to tak, že so štvrtou mocninou termodynamickej teploty žiariaceho telesa rastie aj intenzita vyžarovania. Jeho obecný vzorec je:

$$I = \sigma T^4 \quad (3)$$

kde  $I$  vyjadruje celkovú intenzitu žiarenia (ako podiel výkonu a plochy),  $T$  vyjadruje hodnotu termodynamickej teploty v Kelvinoch a  $\sigma$  vyjadruje Stefan-Boltzmannovu konštantu ktorej hodnota je  $5,670400 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$ .

### 3.2.3 Emisivita

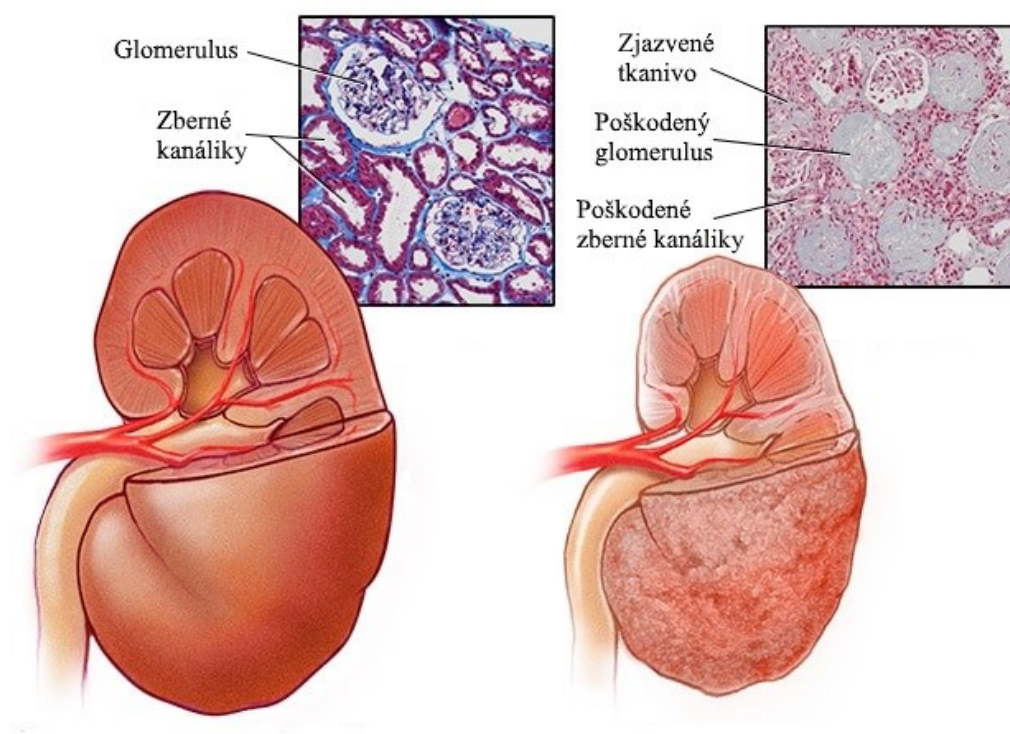
Pojem emisivita je bezrozmerná veličina a vyjadruje zhoršenie vyžarovacích vlastností zdroja v porovnaní s absolútne čiernym telesom. Jej koeficient nabera hodnoty od 0 (ideálne zrkadlo) do 1 (absolútne čierne teleso) a tento koeficient je závislý, napríklad na materiálu zdroja, vlnovej dĺžke, teplote materiálu alebo smeru vyžarovania. Emisivita ľudského tela má hodnotu 0,98.



## 4 Ochorenie obličiek

Ochorenia obličiek patria v dnešnej dobe medzi čoraz častejšie problémy, ktoré však dlhú dobu prebiehajú bez nejakých vážnejších príznakov, a tak je náročné odhaliť tieto problémy už v počiatočnom štádiu. Príčinami ochorenia obličiek sú často iné choroby, napríklad dlhodobé zvýšenie krvného tlaku (hypertenzia), cukrovka (diabetes mellitus), obličkové kamene a rôzne bakteriálne infekcie alebo chronické zápaly. Príčiny poškodenia obličiek však môžeme hľadať aj napríklad v dlhodobom užívaní liekov proti bolesti alebo dehydratácii, čo sú problémy, s ktorými sa v dnešnej dobe plnej stresu ľudia stretávajú čoraz častejšie.

Medzi všeobecné príznaky poškodenia obličiek patrí, napríklad tupá bolesť v oblasti krížov alebo podbrušku, zvýšený krvný tlak, zvýšená teplota, únava, anémia a rôzne tráviace a žalúdočné problémy. Hlavnými príznakmi poškodenia obličiek sú však najmä zmeny množstva moču (oligúria < 300–500 ml/24 hod., anúria < 100ml/24 hod. a polyúria > 2.5 l/24 hod.) alebo tiež zmeny farby moču alebo jeho zápachu. Vyšetrenie obličiek a určenie ich poškodenia sa najčastejšie robí z biochemických vyšetrení krvi a moču. Ich liečba následne závisí od štádia, v ktorom sa poškodenie nachádza [17].



Obrázok 5: Porovnanie zdravej a poškodenej obličky

## 4.1 Chronické ochorenie obličiek

Chronické ochorenie obličiek sa ešte stále považuje za ochorenie, ktoré sa nedá diagnostikovať aktívnym skríningom a toto ochorenie sa často diagnostikuje až v pokročilom štádiu, kedy už je vo väčšine prípadov nutné začať liečbu dialýzou, prípadne podstúpiť transplantáciu obličky.

Najčastejšou príčinou vzniku chronického ochorenia obličky je **hypertenzia** (zvýšený krvný tlak), ktorá je v dnešnej dobe globálnym problémom zapríčinením, napríklad zlým životným štýlom alebo nevhodným stravovaním. Hypertenzia je jeden z najvýznamnejších patologických faktorov, ktorý sa podieľa na rozvoji porúch funkcií obličiek. Druhou najčastejšou príčinou je diabetes. Trpí ním až 40 % z celkového počtu dialyzovaných pacientov.

Chronické ochorenie obličiek sa delí do piatich skupín (viď Tabuľka 1: Delenie jednotlivých štádií ochorenia obličiek) pričom delenie sa robí buď pomocou **testu glomerulovej filtrácie** alebo **močovým testom na stanovenie proteinúrie**. Test glomerulovej filtrácie sa odhaduje z veku, pohlavia a koncentrácie sérového kreatinínu pacienta získaného zo vzorky krvi pomocou vzorca:

$$eGFR (ml.s^{-1}.1,73m^2) = 175 \times (S_{KR}/88,4)^{-1,154} \times vek^{-0,203} \times (0,742 \text{ pre ženy}) \quad (4)$$

kde eGFR je upravené na povrch tela a hodnota  $S_{KR}$  je hodnota kreatinínu v sére.

*Tabuľka 1: Delenie jednotlivých štádií ochorenia obličiek*

Štádium:	Názov štádia:	Hodnota glomerulovej filtrácie [ml]:
1.	Poškodenie obličky s normálnou alebo zvýšenou hodnotou glomerulovej filtrácie	$\geq 1,5$
2.	Poškodenie obličky s mierne zníženou hodnotou glomerulovej filtrácie	1,0–1,49
3.	Stredné zníženie hodnoty glomerulovej filtrácie	0,5–0,99
4.	Závažné zníženie hodnoty glomerulovej filtrácie	0,25–0,49
5.	Zlyhanie obličiek	< 0,25

Močový test na stanovenie proteinúrie dokáže upozorniť lekára na prítomnosť chronickej poruchy obličiek ešte pred začatím zmien glomerulovej filtrácie a vykonáva sa zbieraním vzorky moču po dobu 24 hodín a vyhodnocovaním hodnoty kreatinínu a albumínu v aktuálnej vzorke (viď Tabuľka 2: Hodnoty na určenie mikroalbuminúrie alebo proteinúrie) [17].

*Tabuľka 2: Hodnoty na určenie mikroalbuminúrie alebo proteinúrie*

<b>Vzorka:</b>	<b>Normálny stav:</b>	<b>Mikroalbuminúria:</b>	<b>Proteinúria:</b>
24hodinový zber	< 300 mg/deň	30–300 mg/deň	> 300 mg/deň
Aktuálna vzorka	< 3 mg/mmol kreatinínu	3–30 mg/mmol kreatinínu	> 30 mg/mmol kreatinínu

## **4.2 Súvislosť medzi chronickým ochorením obličiek a zvýšeným ochorením v ústnej dutine**

Na základe preskúmaných štúdií zameraných na túto problematiku (viď [Kapitola 2: Rešerš publikovanej literatúry](#)) je preukázateľné, že existuje súvislosť medzi zvýšeným vznikom patologických procesov v oblasti ústnej dutiny u pacientov podstupujúcich dialýzu.

Najčastejším ochorením, ktoré bolo zaznamenané u oboch skupín, avšak u dialyzovaných pacientov bolo preukázateľne vyššie, bola parodontitída. Ďalšie príznaky, ktoré sa u pacientov s chronickým zlyhaním obličiek vyskytovali častejšie boli, napríklad zvýšené poškodenia úponov zubov, častejšie krvácanie ďasien a častejšie vypadávanie zubov.

Čo sa týka vekových kategórií, častejšie sa problémy v oblasti ústnej dutiny vyskytovali u starších pacientov než u mladších. Ako prevencia pred týmito ochoreniami sa odporúča častejšie absolvovanie zubných prehliadok u stomatológov a dentálnych hygienikov a takisto pravidelná ústna hygiena.

## 5 Dialýza

Dialýza je proces, pri ktorom sa z tela pacienta odstraňujú škodlivé látky a nadbytočná voda pomocou dialyzačného prístroja, na ktorý je pacient pripojený. Navštevujú ju pacienti, ktorí trpia chronickým zlyhaním obličiek a ich obličky tak nie sú schopné z tela filtrovať tieto škodlivé látky. História dialýzy siaha do roku 1943, kedy bol vynájdený prvý bubnový dialyzačný prístroj. Jej prudký rozvoj nastal však až od roku 1950, kedy po svete začali vznikať dialyzačné strediská. V dnešnej dobe sa len na území Českej republiky nachádza okolo 109 dialyzačných stredísk, takže pre pacientov nie je problém zabezpečiť si tento proces aj mimo svojho mesta, napríklad počas cestovania. Dôvodom ich veľkého počtu je jednoduchá dostupnosť pre pacientov a každoročný nárast pacientov podstupujúcich hemodialýzu (viď Tabuľka 3: Štatistika dialyzovaných pacientov v ČR) [23, 29].

*Tabuľka 3: Štatistika dialyzovaných pacientov v ČR [30]*

<b>Rok:</b>	<b>Celkový počet dialyzačných stredísk:</b>	<b>Celkový počet pacientov:</b>	<b>Celkový počet výkonov:</b>	<b>Pacienti na hemodialýze:</b>	<b>Pacienti na peritoneálnej dialýze:</b>
2016	108	6739	954 663	6310	429
2015	106	6668	929 211	6203	465
2014	104	6405	925 725	5974	464
2013	103	6310	904 006	5892	518
2012	102	6261	927 282	5772	489
2010	102	6318	862 927	5820	498
2008	92	5633	763 571	5196	437
2006	92	4910	645 368	4518	392
2004	86	4504	603 561	4165	339
2002	85	4371	525 605	4058	313

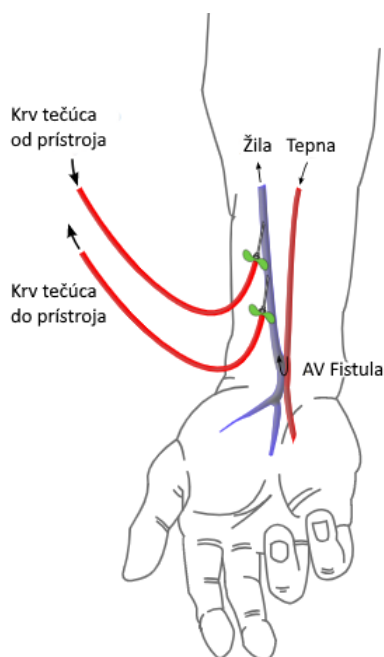
### 5.1 Hemodialýza

Najčastejšou náhradou funkcie obličiek je hemodialýza. Princípom hemodialýzy je čistenie krvi pomocou dialyzačného prístroja (nazývajú sa tiež „umelé obličky“) a tento typ výkonu trvá v priemere okolo 4 až 5 hodín 3krát do týždňa. Dĺžka výkonu a frekvencia opakovania je však individuálna u každého pacienta. Aby pacient mohol byť efektívne napojený na dialyzačný prístroj je potrebné, aby bol zaistený efektívny prietok krvi (aspoň 200 až 400 ml/min.). Tento efekt sa dá najčastejšie dosiahnuť dvoma možnosťami.

Prvou možnosťou je vytvorenie takzvanej arteriovenózne fistuly. Ide o metódu, pri ktorej dôjde ku spojeniu tepny so žilou najčastejšie na predlaktí hornej končatiny. Výsledkom tohto spojenia je

zvýšenie krvného prietoku v tomto mieste, čo umožní dostatočný krvný prietok pre potreby hemodialýzy a zmohutnenie žilnej steny, a tak jednoduchšie zavedenie dialyzačnej ihly. Vytvorenie takejto fistuly je často krát ambulantný zákrok, ktorý sa robí pomocou lokálneho znecitlivenia končatiny.

Alternatívou tejto metódy môže byť použitie cievnej protézy. Tá sa používa v prípade, že pacient nemá dostatočne kvalitné svoje vlastné žily. Táto protéza slúži ako spojka tepny a žily, najčastejšie na hornej končatine pacienta.



*Obrázok 6: Vytvorenie cievneho prístupu pomocou AV fistuly [20]*

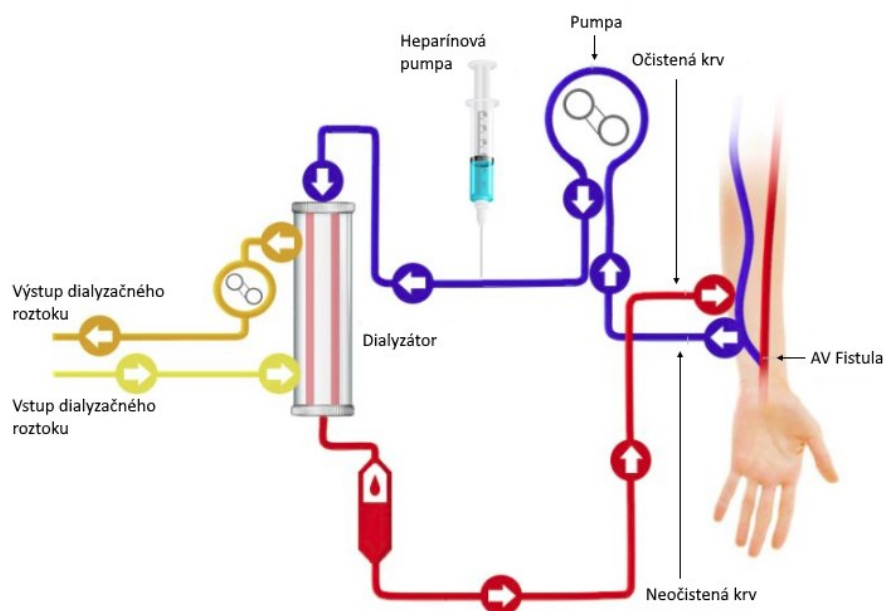
Druhou možnosťou je dialyzačný venózný katéter, ktorý je vyrobený zo syntetických materiálov a aplikuje sa zavedených do veľkých žíl, najčastejšie na krku (vena subclavia alebo vena jugularis interna). Táto možnosť sa využíva v prípade, že nie je možné použiť metódu arteriovenózne fistuly alebo v prípade, že pacient potrebuje trvalý cievny prístup.

Cievne prístupy však majú pre pacienta aj rôzne nevýhody, ako napríklad vznik stenózy (zúženie ciev), infekcie v mieste vpichov alebo vznik trombózy v katétri. Na riešenie týchto komplikácií sa používajú napríklad balónikové katétre, ktoré dokážu cievu rozšíriť alebo antibiotikami na odstránenie rôznych zápalov a infekcií [19].

## 5.2 Princíp fungovania dialyzačného prístroja

Základnou funkciou dialyzačného prístroja je odstraňovanie splodín látkovej premeny z ľudského organizmu, ale aj napríklad odstraňovanie nadbytočnej vody z organizmu. Prvou časťou je **dialyzačná pumpa**, ktorej úlohou je zaistenie krvného obehu mimo tela pacienta a späť. Krv z pacienta následne prechádza do **dialyzátoru**, v ktorom je umiestnená polopriepustná membrána tvorená približne dvadsiatimi tisícami dutých vlákien. Z jednej strany do dialyzátoru vteká krv z pacienta a z druhej strany v protismere **dialyzačný roztok**. Následne dochádza ku výmene látok na základe difúzie tak, že látky s rozdielnou koncentráciou prechádzajú z oblasti s vyššou koncentráciou do oblasti s nižšou koncentráciou. V praxi to znamená, že škodliviny, ako napríklad močovina alebo kreatinín prechádzajú z krvi do dialyzátu, odkiaľ sú transportované do odpadu a naopak látky z dialyzačného roztoku, ako napríklad bikarbonát, sa môžu dostať do očistenej krvi. Takto očistená krv je následne transportovaná naspäť do tela pacienta. Ďalší významný proces, ktorý v dialyzátore prebieha, je ultrafiltrácia. Tá má za úlohu dostať z tela nadbytočnú vodu a funguje na princípe prechodu vody z krvi do dialyzátu vďaka rozdielu tlaku na oboch stranách membrány. Keďže tlak dialyzačného roztoku je možné ovládať pomocou prístroja, lekár tak môže nastaviť, aký veľký bude rozdiel týchto tlakov a koľko vody bude tým pádom vylúčené z tela pacienta.

Samotný **dialyzačný roztok** je individuálne pripravovaný pre každého pacienta podľa jeho potrieb a na jeho miešanie sa používa absolútne čistá voda, čistená pomocou mechanických filtrov a reverznej osmózy. Tento proces zaisťuje, že do krvi sa nedostanú žiadne cudzorodé látky, ktoré normálna voda obsahuje. Súčasťou dialyzačného prístroja je ďalej zariadenie na úpravu správnej teploty vody a heparínová pumpa, ktorá aplikuje lieky proti zrážanlivosti krvi [22–24].



Obrázok 7: Postup čistenia krvi hemodialyzačným prístrojom [21]

### 5.3 Ďalšie možnosti dialýzy

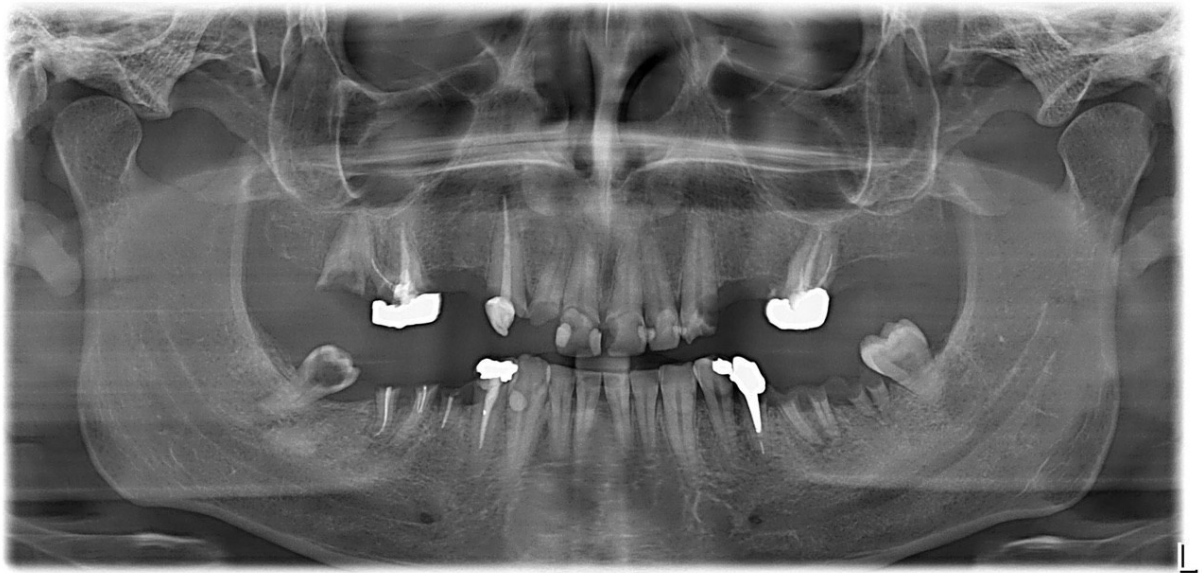
**Peritoneálna dialýza** – Tento typ dialýzy sa často označuje aj ako domáca dialýza alebo CAPD. Jej podstatou je výmena látok medzi krvou a dialyzačným roztokom v peritoneálnej dutine. Vstupný katéter, ktorý zároveň slúži aj ako výstupný, si pacient zavedie do peritonea (pobrušnice) a následne doň aplikuje dialyzačný roztok. Ten nechá pôsobiť niekoľko hodín a následne je roztok spolu s odpadovými látkami vypustený z tela pacienta. Tento proces pacient opakuje viackrát do dňa a počas noci. Ďalšou možnosťou peritoneálnej dialýzy je typ APD, použitie domáceho dialyzačného prístroja alebo aj takzvaného cykléra, ktorý pacienti využívajú najmä na dialýzu počas spánku. Výhodami peritoneálnej dialýzy spočíva hlavne v jej časovom komforte. Pacient ju môže využívať napríklad v noci, počas spánku a svoj deň môže venovať iným aktivitám. Nevýhodou je zložitejšie použitie, pretože pacient musí byť schopný tento proces zvládnuť sám a v prípade komplikácií nemá k dispozícii okamžitú lekársku pomoc a tiež riziko vzniku zápalu peritonea [25, 26].

**Transplantácia obličky** – Je najúčinnnejšia pomoc v prípade chronického zlyhania obličky. Jedná sa o operačný zákrok, pri ktorom je pacientovi umiestnená do tela nad bedrovú kosť zdravá oblička. Transplantuje sa iba jedna oblička a to z dôvodu, že funkcia jednej obličky je postačujúca na pokrytie potrieb organizmu pacienta a až 75 % pacientov, ktorí túto transplantáciu podstúpili, potvrdili vyššiu kvalitu života ako pred transplantáciou. Nevýhodou tejto metódy je, že nikto nevie zaručiť, ako dlho bude nová oblička v tele pacienta fungovať. Podľa záznamov je po 10 rokoch od transplantácie funkčných približne 50 % transplantovaných obličiek. Najdlhšie zaznamenaná doba funkčnej obličky je vyše 30 rokov [25, 27].



## 6 Parodont a jeho ochorenia

Parodont je súbor tkanív, slúžiacich na spájanie a podporu v okolí zubu. Ich hlavnou funkciou je upevnenie a pripojenie zubu do zubného lôžka, čím vytvárajú jeho závesný aparát. Parodont vzniká pri prerezaní zubu do ústnej dutiny a naopak zaniká po vypadnutí (strate) konkrétneho zubu. Je zložený z **d'asna**, čo je mäkké tkanivo pokrývajúce časť alveolárneho výbežku, oblasť zubného křčku a dolnú časť zubnej korunky, ďalej zo **zubného cementu**, ktorý pokrýva povrch zubného koreňa, křčka zubu a v malom rozsahu aj sklovinu na zubnom křčku. Ďalšou časťou parodontu je **ozubnica**, čo je bohato prekrvené tkanivo s veľkým počtom buniek a vlákien, nachádzajúca sa medzi zubným cementom a alveolárnou kosťou. Posledná časť parodontu je **alveolárna kosť**, ktorej výbežok tvorí časť hornej a dolnej čeľuste a jej úlohou je poskytovať oporu zubom. [33]



Obrázok 8: OPG pacienta s pokročilým štádiom patologických procesov v ústnej dutine [35]

### 6.1 Gingivitída

Gingivitída alebo aj zápal ďasien patrí spolu so zubným kazom medzi najčastejšie ochorenia v ústnej dutine. Medzi jeho prejavy patrí hlavne krvácanie ďasien ale aj zmena tvaru ďasien, bolesť a zmena farby ďasna. Výskyt zápalu ďasien môže byť vo forme akútnej (náhlej), ktorý vzniká napríklad pri poranení ostrým predmetom alebo chronickej, ktorý vzniká dlhodobým zhromažďovaním mikroorganizmov v ústnej dutine (tzv. zubný povlak). Riešenie chronického zápalu ďasien sa realizuje pomocou kooperácie pacienta, zubného lekára a dentálnej hygieničky. Je potrebné, aby pacient dodržiaval pravidelné návštevy u stomatológa a správnu dentálnu hygienu. Neriešenie chronickej gingivitídy totiž môže spôsobiť ďalší postup infekcie do parodontálnych tkanív a vznik fokálnych infekcií (prenos zápalu na iné orgány, napríklad srdce). [34]



## 6.2 Parodontitída

Parodontitída vzniká najčastejšie ako dôsledok neliečenej gingivitídy a trvalo poškodzuje závesný aparát zubu. Príčinou vzniku parodontitídy môže byť napríklad zubný povlak, rôzne úrazy zubov alebo napríklad aj zlozvyky ako škripanie a pod. Základnými prejavmi parodontitídy býva **zápal** spojený s krvácaním, opuchom, bolesťou alebo zmenou farby gingivy. Ďalším príznakom je vznik **vačku** (patologického priestoru medzi gingivou a koreňom zuba), ktorý na pohľad nie je viditeľný a vzniká pri poruche úponu d'asna na koreň zuba. Ak porušenie tohoto úponu siahá pod úroveň kostného lôžka, môže dôjsť ku kývaniu zuba. Pohyb zuba je symptóm, ktorý je spôsobený zmenou kostného podkladu, ktorého úlohou je upevňovať zub. Posledným príznakom parodontitídy môže byť **parodontálny absces**, ktorý je však už spojený s pokročilejším štádiom parodontitídy a jeho najčastejší výskyt je pri parodontálnych vačkoch. Jeho prejav je sprevádzaný bolesťou, opuchom alebo začervenaním okolia. Súčasťou pokročilejšieho štádia parodontitídy môže byť aj pohyb zuba, čo znamená že zub viditeľne mení svoju polohu, napríklad v smere rotácie alebo horizontálneho posunu. Tento príznak je často pozorovateľný a to tak, že medzi dvoma zubmi sa vytvorí medzera, ktorá tam predtým nebola. [34]

## 6.3 Gingiválny recessus (obnaženie koreňa zuba)

Obnaženie koreňa zuba je nezápalová forma zmeny tvaru d'asna v okolí zuba. Jeho hlavným znakom je obnaženie zubného křčka. Ďalším sprievodným znakom je citlivosť na chlad alebo bolestivá reakcia na niektoré (hlavne sladké) potraviny. Príčina vzniku gingiválneho recessusu nie je zatiaľ úplne známa. Medzi základné teórie vzniku patrí nesprávne čistenie zubov v horizontálnom smere v spojení s tvrdou zubnou kefkou a veľkým tlakom na zub pri čistení. Jeho odstránenie je v súčasnej dobe možné iba chirurgickým zákrokom, takzvanou metódou parodontálnej plastickej chirurgie. [34]



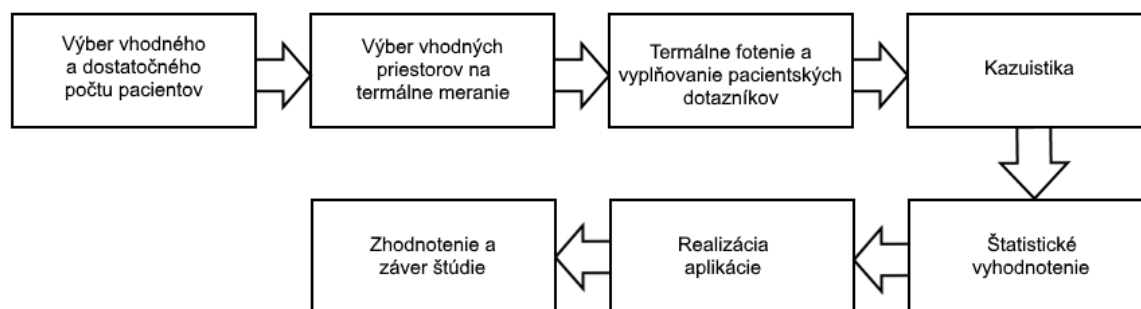
Obrázok 9: Obnaženie koreňa zuba [34]

## 7 Návrh riešenia diplomovej práce

Táto kapitola je zameraná na návrh riešenia praktickej časti diplomovej práce.

### 7.1 Dizajn epidemiologickej štúdie

Do tejto epidemiologickej štúdie budú zahrnuté dve vzorky pacientov. Prvou vzorkou budú pacienti, ktorí navštevujú dialýzu a druhá vzorka budú pacienti, ktorí dialýzu nenavštevujú. Pacienti budú v širšom rozsahu veku približne od 18 do 90 rokov. Ďalším krokom je výber vhodnej miestnosti, ktorá bude spĺňať podmienky pre meranie pomocou termokamery. U dialyzovaných pacientov meranie prebehne v priestoroch dialyzačného centra SNO. Je potrebné zaistiť hlavne stálu teplotu v tejto miestnosti, aklimatizovanie pacienta a takisto dostatočnú vzdialenosť pacienta od kamery. Po nasnímaní dostatočného počtu vzoriek pacientov prebehne štatistické vyhodnotenie, kazuistické vyhodnotenie a realizácia aplikácie na zjednodušenie prezerania týchto snímok, vrátane algoritmov na lokalizáciu patologických procesov na týchto snímkach.



Obrázok 10: Dizajn epidemiologickej štúdie

### 7.2 Meranie pacientov v dialyzačnom centre

Meranie bude prebiehať v priestoroch dialyzačného centra Slezskej nemocnice v Opavě pod dozorom prítomného lekára. Predpokladaný počet pacientov je niekoľko desiatok, z ktorých budú všetci pacienti podstupovať pravidelne dialýzu. Použitá termálna kamera bude od značky FLIR model E50. Každému pacientovi budú vytvorené tri snímky. Prvá z prednej časti tváre a ďalšie dve z bočných častí. Každý z pacientov navyše pred meraním vyplní anonymný dotazník obsahujúci základné informácie o jeho zdravotnom stave a podpíše písomný súhlas s vytvorením termálnych snímok.

### **7.3 Štatistické spracovanie a vyhodnotenie nameraných snímok**

Na štatistické vyhodnotenie sa použije program RStudio. Toto vyhodnotenie bude zamerané na porovnanie vzorky pacientov, ktorí navštevujú dialýzu, so vzorkou zdravých pacientov, ktorých obličky fungujú normálne. Čo sa týka štatistických testov, bude sa vyhodnocovať napríklad presnosť metódy lokalizácie patologických procesov pomocou termokamery, závislosť hemodialýzy na zvýšenom výskyte patologických procesov v oblasti ústnej dutiny a ďalšie závislosti, ako napríklad zvýšený výskyt patologických procesov v závislosti na pohlaví, fajčení alebo periodicite návštev stomatologickej ambulancie.

### **7.4 Vytvorenie aplikácie na zobrazenie karty pacienta**

Podstatou aplikácie je zjednodušenie prehľadnosti v databáze pacientov. Aplikácia umožňuje jej používateľovi zobrazenie karty pacienta, ktorá bude obsahovať jeho základné informácie vrátane termálnych snímok jeho tváre. Používateľovi to tak umožní rýchly prístup ku informáciám bez zbytočného hľadania v papieroch. Používateľ tiež bude môcť zakladať karty nových pacientov, upravovať kvalitu snímok alebo zistiť stav patologického procesu (jeho veľkosť), čo môže pomôcť pri dlhodobom pozorovaní stavu patológie. Súčasťou aplikácie budú algoritmy na automatickú lokalizáciu patologických procesov a výpočet veľkosti plochy vybranej patológie.

### **7.5 Kazuistika**

Táto podkapitola je zameraná na porovnanie termálnej snímky orofaciálnej časti pacienta s jeho stomatologickým zdravotným záznamom a röntgenovou (OPG) snímkou jeho zubov. Tieto snímky a údaje budú odobraté na jeden krát pred samotným stomatologickým vyšetrením v ordinácii. Výsledky kazuistiky preukážu, či je termografia vhodná diagnostická metóda v medicíne na lokalizáciu patologických procesov v stomatológii.

## 8 Praktická časť diplomovej práce

Táto kapitola detailne popisuje priebeh praktickej časti diplomovej práce vrátane obrázkovej dokumentácie jednotlivých častí.

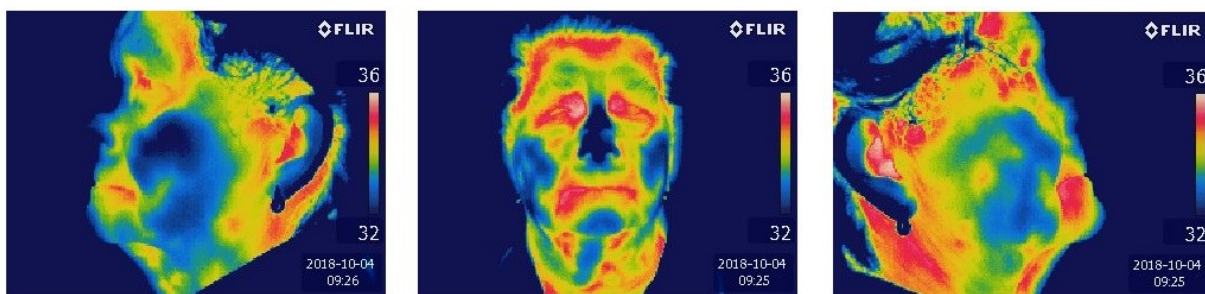
### 8.1 Meranie pacientov v dialyzačnom centre

Meranie pacientov prebiehalo na Oddelení hemodialýzy v Slezskej nemocnici v Opavě za prítomnosti lekára alebo vrchnej sestry. Na meranie bola použitá termokamera značky FLIR model E50 zapožičaná z Katedry kybernetiky a biomedicínskeho inžinierstva.

Táto kamera sa vyznačuje rozlíšením 240x180 pixelov a možnosťou použitia jedného z dvoch objektívov, pričom jeden z nich pracuje v teplotnom rozsahu od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $120^{\circ}\text{C}$  a druhý pracuje s teplotným rozsahom od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $650^{\circ}\text{C}$ . Kamera pracuje s presnosťou vyhodnotenia teploty  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Zorné pole tejto kamery je  $25^{\circ}$  na šírku a  $19^{\circ}$  na výšku. [32]

Pred meraním bolo potrebné zaistiť vhodnú miestnosť, v ktorej prebehne samotné meranie. Na tento účel bola použitá miestnosť hemodialyzačného oddelenia SNO. Táto miestnosť dodržiava stálu teplotu okolo  $21^{\circ}\text{C}$  a pacienti v nej sa zdržiavajú dostatočne dlho, takže ich organizmus je na túto teplotu aklimatizovaný. Miestnosť takisto spĺňa priestorové podmienky, takže je vhodná z pohľadu dodržania dostatočnej vzdialenosti medzi kamerou a pacientom (odporúčaná vzdialenosť je približne 1 meter).

Každý z pacientov pred meraním vyplnil anonymný dotazník (viď. *Obrázok 12: Anonymný dotazník pre pacienta*) obsahujúci základné informácie o stave pacienta a podpísal písomný súhlas s vytvorením troch termálnych fotografií. Tieto fotografie boli vytvorené z prednej a z bočných strán (viď. *Obrázok 11: Termálne snímky jedného z dialyzovaných pacientov*).



*Obrázok 11: Termálne snímky jedného z dialyzovaných pacientov*

Dotazník obsahuje údaje ako rok narodenia, údaje o návšteve dialýzy, stomatologickej ambulancie, dentálnej hygieny, základné údaje ako krvnú skupinu, užívané lieky, komorbidity, alergie a hodnotu CRP. Všetky tieto údaje budú ďalej použité na vytvorenie databázy pacientov a na štatistické vyhodnotenie a porovnanie závislostí, medzi ochorením v oblasti ústnej dutiny a jednotlivými

zistenými hodnotami u každého jedného pacienta. Údaje a snímky budú zároveň uložené do programu PatientCard, kde si ich používateľ bude môcť zobrazit' a preštudovať v elektronickej forme.

## DOTAZNÍK

Dotazník je anonymný, neobsahuje žiadné identifikační ani osobní údaje pacienta a slouží pouze pro získání statistických informací do diplomové práce zaměřené na dialyzované pacienty.

ID pacienta:		Rok narození:	
V dialyzačním programu od:		Sledován na nefrologii od:	
Komorbidity:			
Kuřák: Ano      Ne		Poslední návštěva stomatologa:	
Pravidelné zubní prohlídky: 1x ročně      2x ročně      vícekrát ročně		Dentální hygiena: 0x ročně    1x ročně    2x ročně    dle potřeby	
Nemoci v oblasti ústní dutiny (záněty, bolesti zubů, ...):			
Dlouhodobé nemoci, užívané léky a jiné problémy:			
Krevní skupina:	Alergie:	CRP hodnota:	

Doplňující poznámky:

*Obrázok 12: Anonymný dotazník pre pacienta*

Celkovo sa nám do tejto štúdie podarilo získať 288 termálnych snímok, čo odpovedá 96 pacientom, z čoho 35 bolo dialyzovaných a 61 nedialyzovaných. Informácie získané z týchto dotazníkov budú použité na následné štatistické vyhodnotenie v ďalšej kapitole tejto práce.

## 8.2 Štatistické vyhodnotenie

Merania sa celkovo zúčastnilo 96 subjektov. Dialyzovanú vzorku tvorí 35 subjektov a nedialyzovanú vzorku tvorí celkovo 61 subjektov. Vekové rozmedzie pacientov sa pohybuje od 22 rokov až do 87 rokov. Celkovú vzorku pacientov tvorí 60 mužov a 36 žien. Celkové rozdelenie na základe všetkých kritérií je zobrazené v *Tabuľka 4: Rozdelenie pacientov na základe kritérií*, uvedenej nižšie. Čo sa týka samotných dát, všetky informácie sú čerpané z dotazníkového šetrenia a zároveň zo získaných snímok. Celkovo bolo spracovaných a na štatistické vyhodnotenie použitých 96 dotazníkov a 288 snímok. Vyhodnotenie jednotlivých parametrov a závislostí prebehlo v programe R pomocou vhodných štatistických testov a na základe hodnotenia  $\chi^2$  (chí) hodnoty, Crameroveho V a p-hodnoty.

V prvom kroku sa potrebné spracované dáta vložili do programu Excel tak, aby sa s týmito dátami dalo v programe R pracovať. To znamená, že bolo potrebné dáta vhodne usporiadať do stĺpcov a tento súbor následne načítať do programu pomocou príkazu `readWorkbook()`. Po načítaní dát sme vyhodnocovali jednotlivé štatistické testy. Začali sme vytvorením samotnej kontingenčnej tabuľky príkazom `table()`, ktorá vypísala reálne hodnoty jednotlivých pozorovaných skupín. Následne sme ešte túto tabuľku doplnili očakávanými hodnotami, vyhodnotenými pomocou príkazu `data$expected`, ktoré udávajú očakávanú hodnotu danej závislosti na základe výpočtu z dát. Čo sa týka použitých testov, bol zvolený Chí-kvadrát test dobrej zhody a to z dôvodu, že sme v testoch pracovali s nominálnymi hodnotami v kontingenčnej tabuľke s veľkosťou 2x2 a samotné dáta mali reprezentatívny výber. Nebolo preto potrebné testovať normalitu týchto dát a zvolený Chí-kvadrát test dobrej zhody bol na toto porovnanie najvhodnejší. V programe R sa tento test vykoná príkazom `chisq.test()`.

Test hodnoty Crameroveho V udáva silu závislosti medzi dvoma pozorovanými skupinami. V programe R sa vykoná pomocou príkazu `cramersV()` a hodnotí sa na základe jeho hodnoty nasledovne: veľmi slabé (0–0,05), slabé (0,05–0,10), stredne silné (0,10–0,15), silné (0,15–0,25), veľmi silné (> 0,25). P-hodnota naopak udáva, či štatistická hypotéza, ktorú overujeme, bude zamietnutá alebo nie. V programe R sa vykoná pomocou príkazu `data$p.value`. Zvolená hladina významnosti je 0,05 z dôvodu, že táto hladina je všeobecne používaná hranica štatisticky významného výsledku. V praxi to znamená, že ak p-hodnota vyjde 0,05, môže nastať odchýlka v 5 zo 100 prípadov. Ak výsledok p-hodnoty vyjde viac ako 0,05, nulová hypotéza nie je zamietnutá. Naopak, ak je výsledok p-hodnoty menší ako hladina významnosti 0,05, nulová hypotéza je zamietnutá. Tento test zároveň vyhodnocuje Chí hodnotu ( $\chi^2$ ), ktorá nám udáva, ako vzdialené je naše rozdelenie od očakávaného rozdelenia. Počíta sa ako

$$\chi^2 = \frac{(x_i - m_i)^2}{m_i} \quad (4)$$

kde  $x_i$  je skutočná hodnota a je  $m_i$  očakávaná hodnota.

S Chí hodnotou súvisí aj hodnota stupňov voľnosti, tá udáva jednotlivé zoradené riadky, v ktorých sú  $\chi^2$  hodnoty. Stupne voľnosti udávajú počet týchto kategórií zmenšený o 1. Ak teda naše dáta obsahujú napríklad 4 triedy, počet stupňov voľnosti bude rovný trom. Posledným vyhodnoteným údajom je test reziduí pomocou príkazu `chisq.test()$stdres`. Výsledky tohoto testu nám určujú, či sa daná reálna

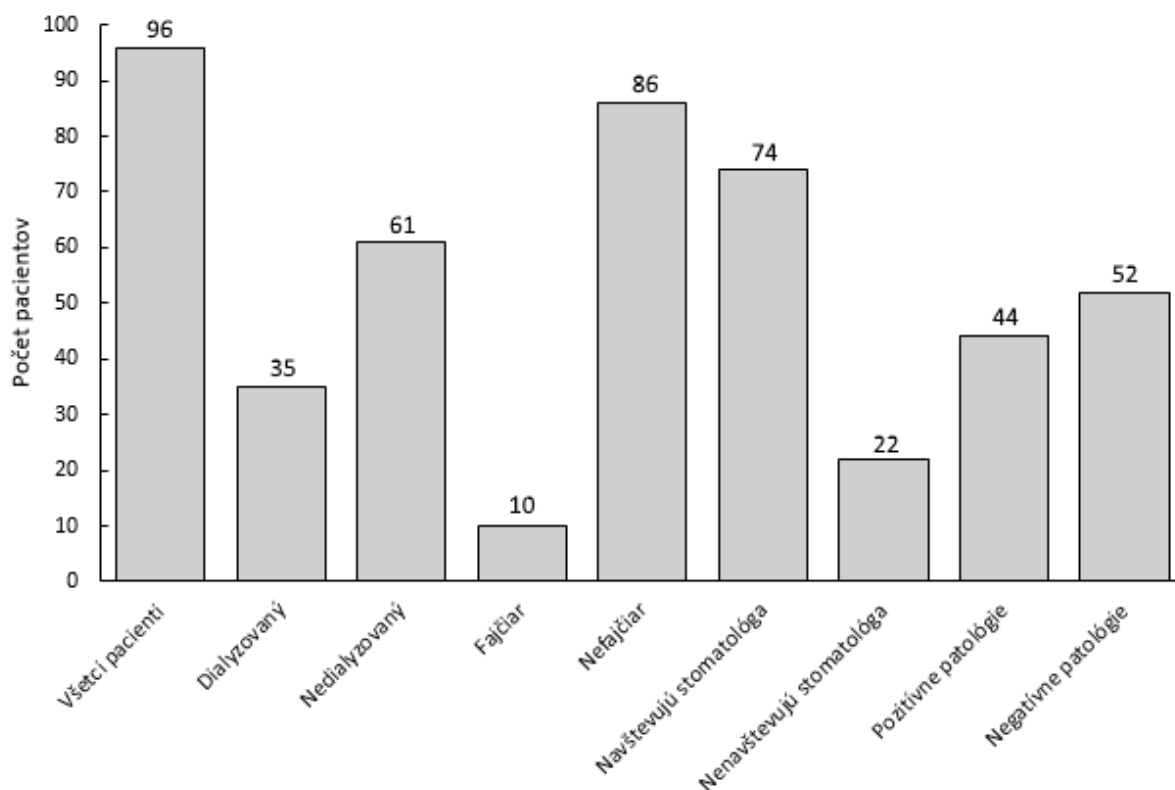
hodnota v bunke tabuľky líši od očakávanej hodnoty a do akej miery. Pokiaľ je táto hodnota menšia ako -2 alebo väčšia ako 2, je táto reálna hodnota významne odlišná od očakávanej. Zároveň na základe testu rezíduí vieme určiť, ktoré bunky majú významnejšiu závislosť. Sú to vždy bunky, kde rezíduá nadobúdajú kladnú hodnotu.

Každý test obsahuje aj grafické zobrazenie konkrétnych dát. Tieto grafy sú dva, prvý je stĺpcový graf vytvorený pomocou príkazu *barplot()*, ktorý reprezentuje výskyt hodnôt danej skupiny a druhým je *mosaicplot()*, čo je mozaikový graf, kde veľkosť plochy dlaždice vizuálne reprezentuje zastúpenie danej hodnoty vo vzorke dát.

*Tabuľka 4: Rozdelenie pacientov na základné kritériá*

<b>Názov:</b>	<b>Počet:</b>
Pacienti celkovo	96
Muž	60
Žena	36
Navštevuje dialýzu	35
Nenavštevuje dialýzu	61
Fajčiar	10
Nefajčiar	86
Navštevuje stomatológa 1x ročne	26
Navštevuje stomatológa 2x ročne	48
Nenavštevuje stomatológa	22
Navštevuje dentálnu hygienu 1x ročne	19
Navštevuje dentálnu hygienu 2x ročne	1
Nenavštevuje dentálnu hygienu	76

Nižšie uvedený histogram graficky zobrazuje, aký počet pacientov je priradený do danej skupiny.



Obrázok 13: Stĺpcový graf rozdelenia pacientov na základe kritérií

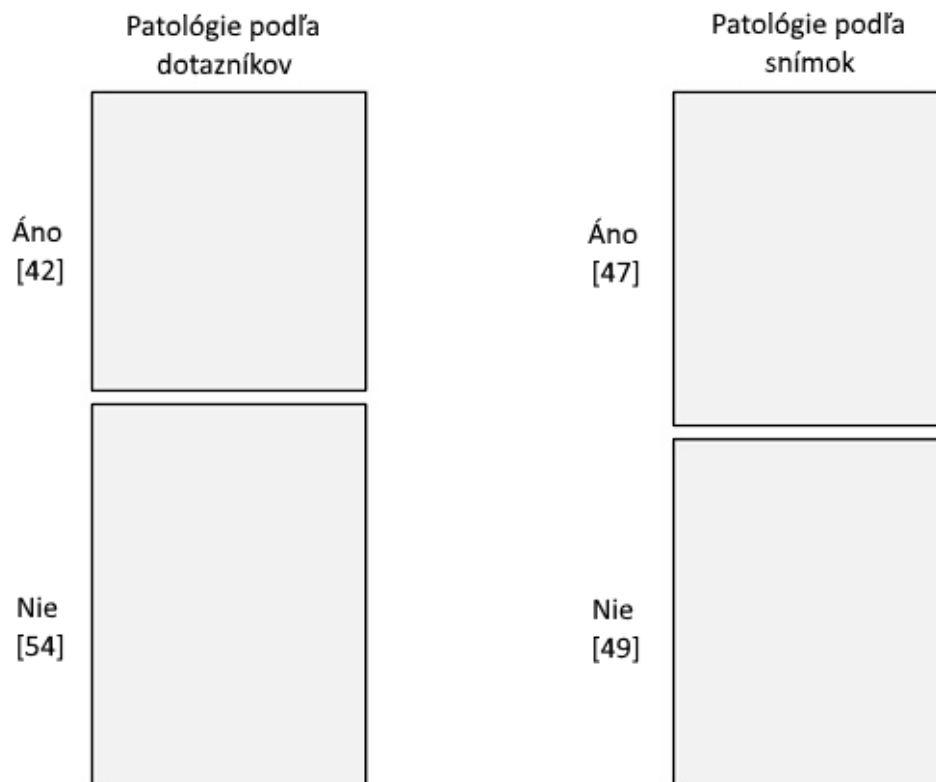
## 8.2.1 Štatistické vyhodnotenie presnosti metódy na základe snímok pacienta a jeho dotazníka

Tabuľka 5: Tabuľka rozdelenia na základe patologických procesov v dotazníku a na snímku

			Patológia podľa dotazníka		Spolu
			Áno	Nie	
Patológia podľa snímok	Áno	Počet	39	10	49
		Očakávaná hodnota	22,46	26,54	49
		Reziduálna hodnota	6,78	-6,78	---
	Nie	Počet	5	42	47
		Očakávaná hodnota	21,54	25,46	47
		Reziduálna hodnota	-2,96	2,96	---
Spolu			44	52	96



Nižšie uvedený mozaikový graf zobrazuje vizuálnu reprezentáciu zastúpenia pacientov v jednotlivých skupinách.



Obrázok 14: Mozaikový graf rozdelenia na základe patologických procesov v dotazníku a na snímku

Zvolenie nulovej a alternatívnej hypotézy:

**H<sub>0</sub>:** Medzi informáciami o patologickom procese zo snímok pacienta a z dotazníka pacienta neexistuje súvislosť.

**H<sub>A</sub>:** Medzi informáciami o patologickom procese zo snímok pacienta a z dotazníka pacienta existuje súvislosť.

Výsledok štatistického testu:

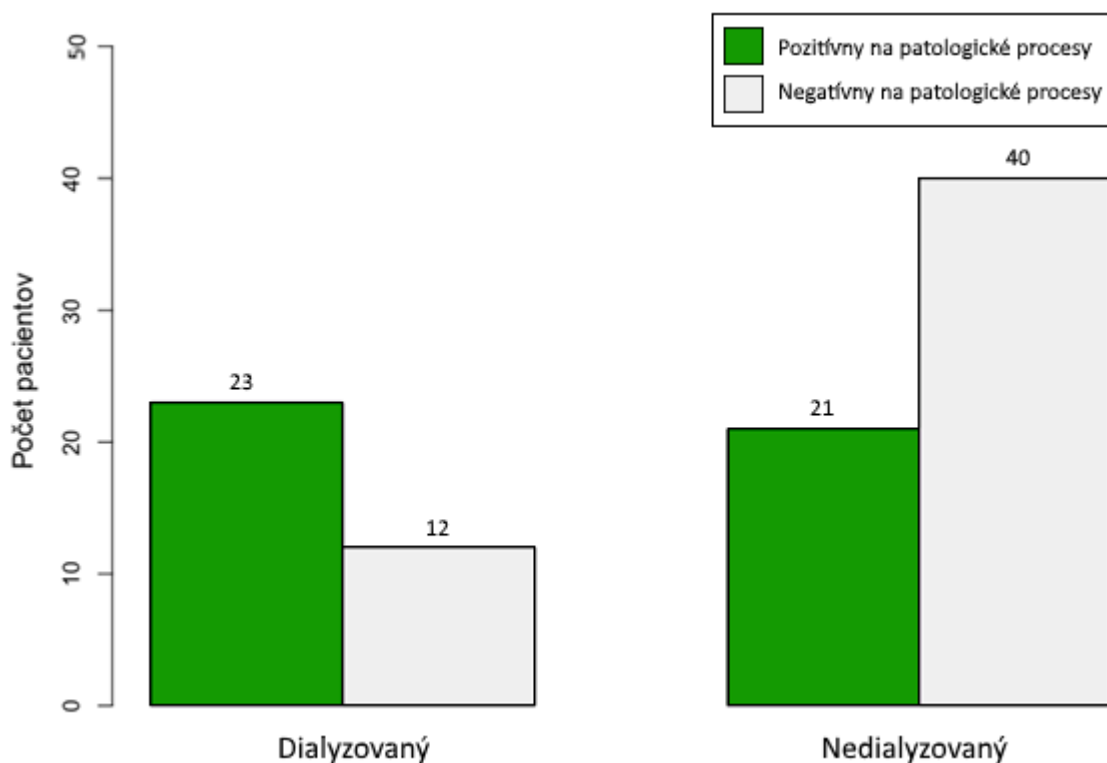
**Rozhodnutie:** Na hladine významnosti 0,05 zamietam H<sub>0</sub> ( $\chi^2(1) = 43,21$ ;  $p < 0,001$ ). Pozorovanú závislosť môžeme hodnotiť ako veľmi silnú (Cramerovo V = 0,670).

**Záver:** Na základe štatistického testovania a pozorovania môžeme potvrdiť, presnosť pozorovania patologických procesov pomocou termokamery sa na základe pozorovaní z dotazníkov, snímok a štatistických testov ukázala ako silná a efektívna.

## 8.2.2 Štatistické vyhodnotenie závislosti dialýzy na patologickom stave v ústnej dutine.

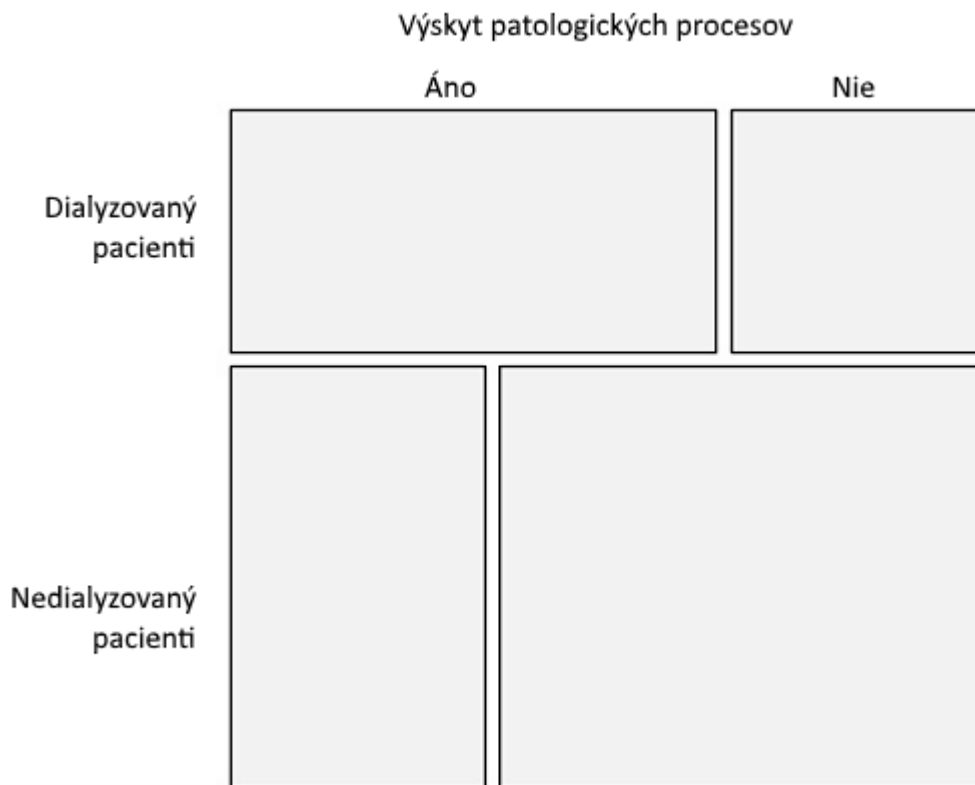
Tabuľka 6: Tabuľka rozdelenia na základe patologických procesov a návštevy dialýzy

			Patológia		
			Áno	Nie	Spolu
Skupina	Dialyzovaný	Počet	23	12	35
		Očakávaná hodnota	16,04	18,96	35
		Reziduálna hodnota	2,96	-2,96	---
	Nedialyzovaný	Počet	21	40	61
		Očakávaná hodnota	27,96	33,04	61
		Reziduálna hodnota	-2,96	2,96	---
Spolu			44	52	96



Obrázok 15: Stĺpcový graf rozdelenia na základe patologických procesov a návštevy dialýzy

Nižšie uvedený mozaikový graf zobrazuje vizuálnu reprezentáciu zastúpenia pacientov v dialyzovanej a nedialyzovanej skupine v závislosti na výskyte patologických procesov.



Obrázok 16: Mozaikový graf rozdelenia na základe patologických procesov a návštevy dialýzy

Zvolenie nulovej a alternatívnej hypotézy:

**H<sub>0</sub>:** Medzi dialýzou a zvýšenou patológiou v ústnej dutine neexistuje súvislosť.

**H<sub>A</sub>:** Medzi dialýzou a zvýšenou patológiou v ústnej dutine existuje súvislosť.

Výsledok štatistického testu:

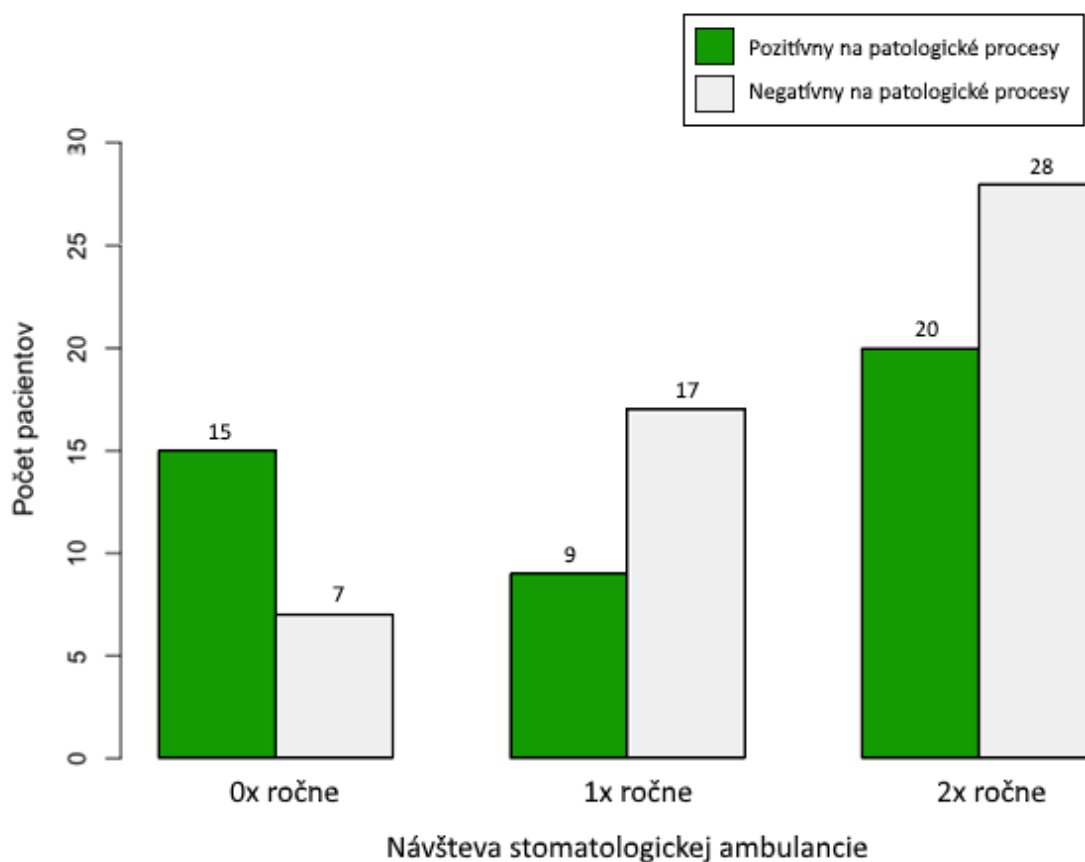
**Rozhodnutie:** Na hladine významnosti 0,05 zamietam H<sub>0</sub> ( $\chi^2(1) = 7,55$ ;  $p = 0,006$ ). Pozorovanú závislosť môžeme hodnotiť ako veľmi silnú (Cramerovo V = 0,280).

**Záver:** Na základe štatistického testovania a pozorovania môžeme potvrdiť, že pacienti, ktorí navštevujú dialýzu, majú skutočne častejší výskytu patológií v ústnej dutine, ako pacienti, ktorí dialýzu nenavštevujú.

### 8.2.3 Štatistické vyhodnotenie závislosti návštevy stomatológa na patologickom stave v ústnej dutine

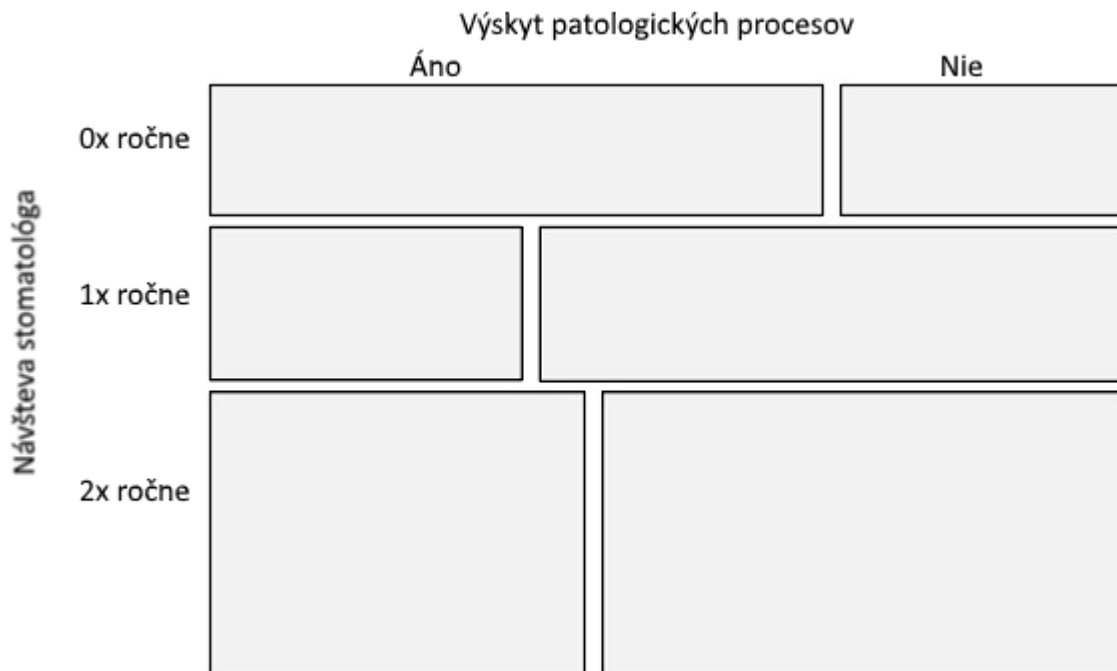
Tabuľka 7: Tabuľka závislosti patologických procesov na návšteve stomatológa

			Patológia		
			Áno	Nie	Spolu
Návšteva stomatológa	Áno	Počet	29	45	74
		Očakávaná hodnota	33,92	40,08	74
		Reziduálna hodnota	-2,40	2,40	---
	Nie	Počet	15	7	22
		Očakávaná hodnota	10,08	11,92	22
		Reziduálna hodnota	2,40	-2,40	---
Spolu			44	52	96



Obrázok 17: Stĺpcový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na návšteve stomatológa

Nižšie uvedený mozaikový graf zobrazuje vizuálnu reprezentáciu zastúpenia pacientov jednotlivých skupín podľa návštevy stomatológa v závislosti na výskyte patologických procesov.



Obrázok 18: Mozaikový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na návšteve stomatológa

Zvolenie nulovej a alternatívnej hypotézy:

**H<sub>0</sub>:** Medzi periodicitou návštevy stomatológa a zvýšenou patológiou v ústnej dutine neexistuje súvislosť.

**H<sub>A</sub>:** Medzi periodicitou návštevy stomatológa a zvýšenou patológiou v ústnej dutine existuje súvislosť.

Výsledok štatistického testu:

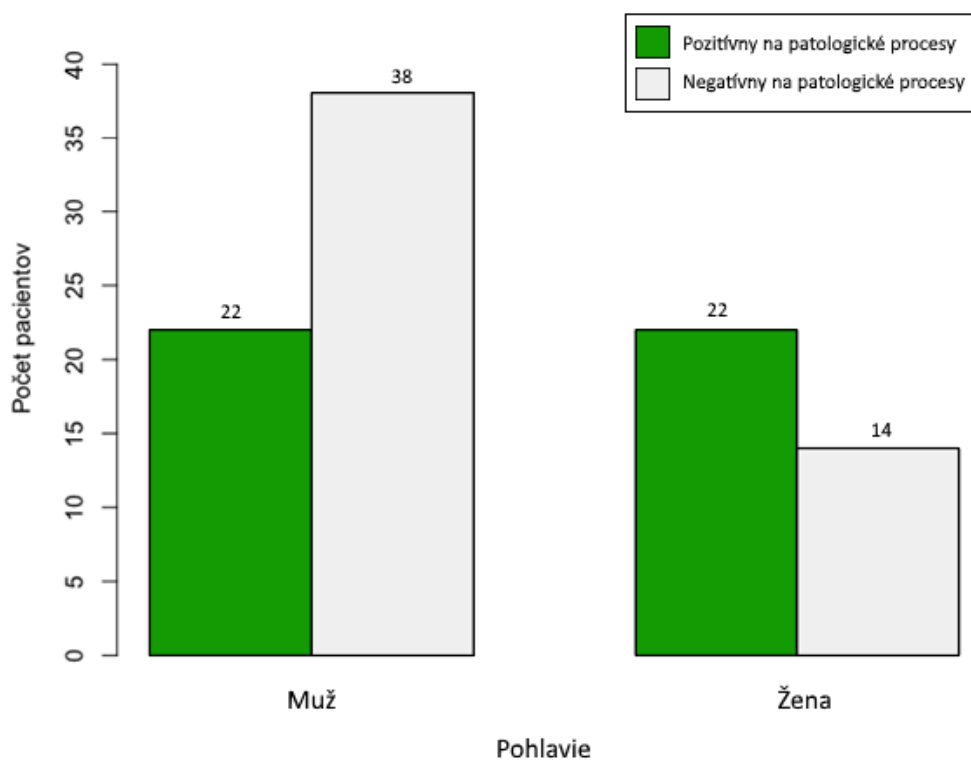
**Rozhodnutie:** Na hladine významnosti 0,05 zamietam H<sub>0</sub> ( $\chi^2(2) = 6,08$ ;  $p = 0,048$ ). Pozorovanú závislosť môžeme hodnotiť ako veľmi silnú (Cramerovo V = 0,252).

**Záver:** Na základe štatistického testovania a pozorovania môžeme potvrdiť, že pacienti, navštevujú pravidelne stomatologickú ambulanciu aspoň 1x ročne, majú menší výskyt patologických procesov v ústnej dutine ako pacienti, ktorí stomatologickú ambulanciu nenavštevujú.

## 8.2.4 Štatistické vyhodnotenie závislosti pohlavia na patologickom stave v ústnej dutine

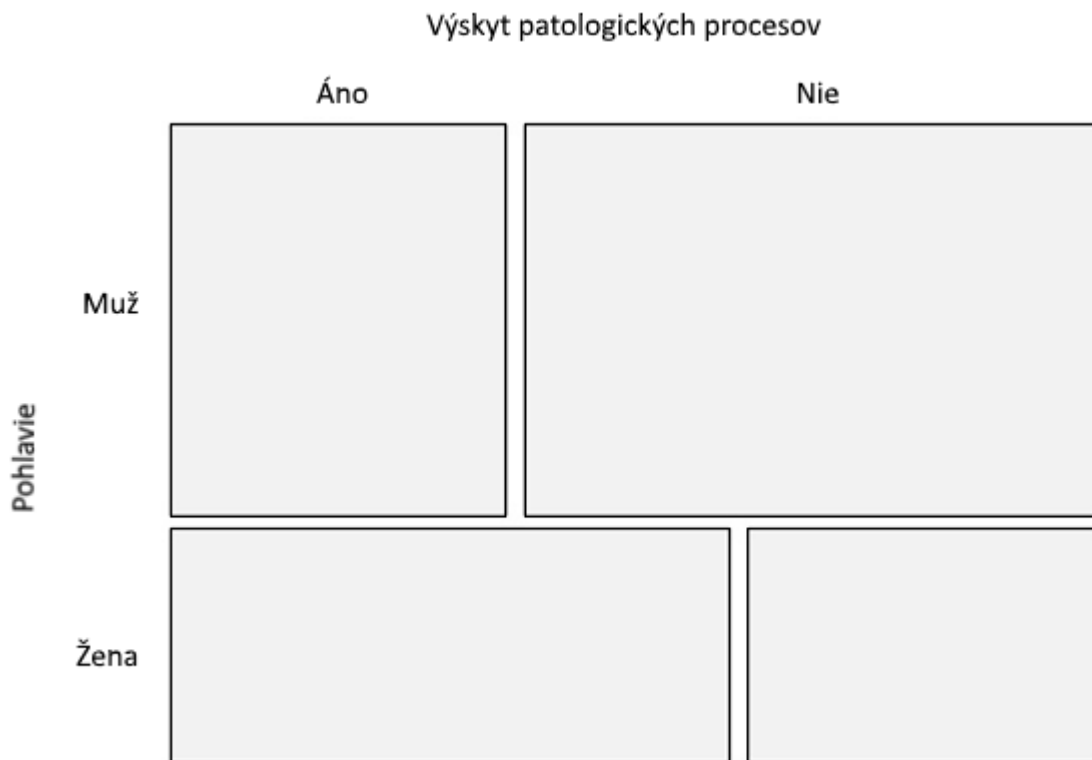
Tabuľka 8: Tabuľka závislosti patologických procesov na pohlaví

			Patológia		
			Áno	Nie	Spolu
Pohlavie	Muž	Počet	22	38	60
		Očakávaná hodnota	27,5	32,5	60
		Reziduálna hodnota	-2,33	2,33	---
	Žena	Počet	22	14	36
		Očakávaná hodnota	16,5	19,5	36
		Reziduálna hodnota	2,33	-2,33	---
Spolu			44	52	96



Obrázok 19: Stĺpcový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na pohlaví

Nižšie uvedený mozaikový graf zobrazuje vizuálnu reprezentáciu zastúpenia pacientov jednotlivých pohlaví v závislosti na výskyte patologických procesov.



Obrázok 20: Mozaikový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na pohlaví

Zvolenie nulovej a alternatívnej hypotézy:

**H<sub>0</sub>:** Medzi pohlavím a zvýšenou patológiou v ústnej dutine neexistuje súvislosť.

**H<sub>A</sub>:** Medzi pohlavím a zvýšenou patológiou v ústnej dutine existuje súvislosť.

Výsledok štatistického testu:

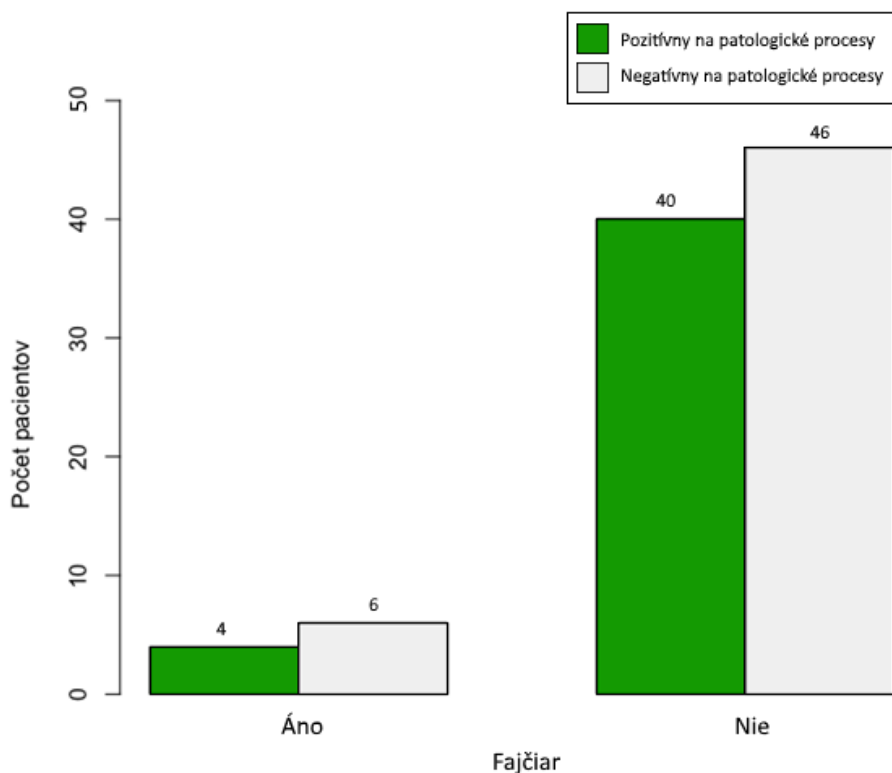
**Rozhodnutie:** Na hladine významnosti 0,05 zamietam H<sub>0</sub> ( $\chi^2(1) = 4,47$ ;  $p = 0,034$ ). Pozorovanú závislosť môžeme hodnotiť ako silnú (Cramerovo V = 0,216).

**Záver:** Na základe štatistického testovania a pozorovania môžeme potvrdiť, že medzi pohlavím a vyšším výskytom patologických procesov môže existovať súvislosť, avšak nie taká silná, ako u predchádzajúcich testov ako napríklad závislosti na dialýze alebo návšteve stomatologickej ambulancie.

### 8.2.5 Štatistické vyhodnotenie závislosti fajčenia na patologickom stave v ústnej dutine

Tabuľka 9: Tabuľka závislosti patologických procesov na fajčení

			Patológia		
			Áno	Nie	Spolu
Fajčiar	Áno	Počet	4	6	10
		Očakávaná hodnota	4,58	5,42	10
		Reziduálna hodnota	-0,39	0,39	---
	Nie	Počet	40	46	86
		Očakávaná hodnota	39,42	46,58	86
		Reziduálna hodnota	0,39	-0,39	---
Spolu			44	52	96



Obrázok 21: Stĺpcový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na fajčení



Nižšie uvedený mozaikový graf zobrazuje vizuálnu reprezentáciu zastúpenia pacientov na základe fajčenia v závislosti na výskyte patologických procesov.



Obrázok 22: Mozaikový graf rozdelenia závislosti patologických procesov na fajčení

Zvolenie nulovej a alternatívnej hypotézy:

**H<sub>0</sub>:** Medzi fajčením a zvýšenou patológiou v ústnej dutine neexistuje súvislosť.

**H<sub>A</sub>:** Medzi pohlavím a zvýšenou patológiou v ústnej dutine existuje súvislosť.

Výsledok štatistického testu:

**Rozhodnutie:** Na hladine významnosti 0,05 nezamietam H<sub>0</sub> ( $\chi^2(1) = 0,003$ ;  $p = 0,955$ ). Pozorovanú závislosť môžeme hodnotiť ako veľmi slabú (Cramerovo V = 0,006).

**Záver:** Na základe štatistického testovania a pozorovania môžeme potvrdiť, že medzi fajčením a vyšším výskytom patologických procesov neexistuje súvislosť, je však potrebné dodať, že pacientov, ktorí boli fajčiari, bolo v tejto vzorke iba 10 z 96 čo odpovedá 10 %, čo je na štatistické vyhodnotenie veľmi malý počet.

### 8.2.6 Zhrnutie výsledkov štatistickej časti

Na základe štatistických výsledkov môžeme potvrdiť, že hypotézy, ktoré sme na začiatku predpokladali, sa potvrdili a skutočne existujú štatisticky významné závislosti, napríklad v presnosti lokalizácie patologických procesov pomocou termokamery alebo tiež závislosť návštevy dialýzy na zvýšenom počte patologických procesov. Všetky tieto porovnania prebehli na základe rozdelenia pacientov do dvoch skupín a to dialyzovaní a nedialyzovaní a následným porovnaním nameraných výsledkov s jednotlivou skupinou.

Čo sa týka dialyzovanej skupiny, tú tvorilo celkovo 35 pacientov, z čoho bolo 21 pacientov (60 %) mužského pohlavia a 14 pacientov (40 %) ženského pohlavia. Stomatológa pravidelne navštevuje 18 dialyzovaných pacientov (51 %), zatiaľ čo 17 dialyzovaných pacientov (49 %) nenavštevuje pravidelne stomatologickú ambulanciu. Z dialyzovanej vzorky boli zároveň dvaja pacienti (6 %) fajčiari a 33 pacientov (94 %) boli nefajčiari.

Nedialyzovanú skupinu tvorilo celkovo 61 pacientov, z čoho 39 pacientov (64 %) bolo mužského pohlavia a 22 pacientov (36 %) ženského pohlavia. Stomatologickú ambulanciu pravidelne navštevovalo 56 pacientov (92 %) a 5 pacientov (8 %) nepodstupovalo pravidelnú návštevu stomatologickej ambulancie. 8 pacientov (13 %) z tejto skupiny boli fajčiari a 53 pacientov (87 %) boli nefajčiari.

Presnosť metódy lokalizácie patologických procesov pomocou termokamery sa ukazuje ako veľmi silná ( $p < 0,001$  a Cramerovo  $V = 0,670$ ). Celkovo bolo na vyhodnotenie použitých 96 dotazníkov a 288 snímok jednotlivých dialyzovaných aj nedialyzovaných pacientov. Porovnanie snímok a dotazníkov preukázalo zhodu až v 81 prípadoch (84 %) a iba v 15 prípadoch (16 %) zhoda nenastala.

Čo sa týka testu závislosti na výskyt patológií v ústnej dutine s konkrétnou skupinou, u dialyzovaných pacientov vyšiel tento štatistický test pozitívne až u 23 z celkových 35 (68 % zo 100 %) pacientov. U nedialyzovanej vzorky bolo na patologické procesy v ústnej dutine pozitívnych 21 zo 61 pacientov (35 % zo 100 %). Pozorovateľný rozdiel medzi jednotlivými skupinami tak činil až 33 %. Môžeme teda štatisticky potvrdiť, že medzi chronickým zlyhaním obličiek, s tým súvisiacou návštevou dialýzy a zvýšenou patológiou v ústnej dutine existuje štatisticky silná závislosť, čo jasne preukazujú aj výsledky štatistických testov ( $\chi^2(1) = 7,55$ ;  $p = 0,006$  a Cramerovo  $V = 0,280$ ).

Takisto môžeme potvrdiť, že významný podiel na stave ústnej dutiny má pravidelná návšteva stomatologickej ambulancie ( $\chi^2(2) = 6,08$ ;  $p = 0,048$  a Cramerovo  $V = 0,252$ ). Až 15 z 22 testovaných pacientov (68 % zo 100 %), ktorí nenavštevujú stomatologickú ambulanciu, mali pozitívnu prítomnosť patologických procesov v ústnej dutine. Pacienti, ktorí navštevujú stomatológa pravidelne jedenkrát ročne bolo 26, z toho len 9 (35 %) bolo pozitívnych na prítomnosť patologických procesov v ústnej dutine a z pacientov, ktorí navštevujú stomatologickú ambulanciu dvakrát ročne, malo pozitívnu prítomnosť patologických procesov 20 zo 48 pacientov (42 %). Vidíme teda, že najväčší výskyt patologických procesov v ústnej dutine majú pacienti, ktorí vôbec nenavštevujú stomatologickú ambulanciu.

Oproti predchádzajúcim testom, štatisticky menej významné vyšlo porovnanie závislosti výskytu patologických procesov v ústnej dutine na pohlaví ( $\chi^2(1) = 4,47$ ;  $p = 0,034$  a Cramerovo  $V = 0,216$ ).

Čo sa týka pacientov ženského pohlavia, 22 z 36 (61 % zo 100 %) žien malo pozitívny patologický nález v ústnej dutine, zatiaľ čo u mužov bolo pozitívnych 22 z 60 (37 % zo 100 %). Z výsledkov testu teda môžeme predpokladať, že pohlavie môže ovplyvňovať vznik častejších patologických procesov v ústnej dutine.

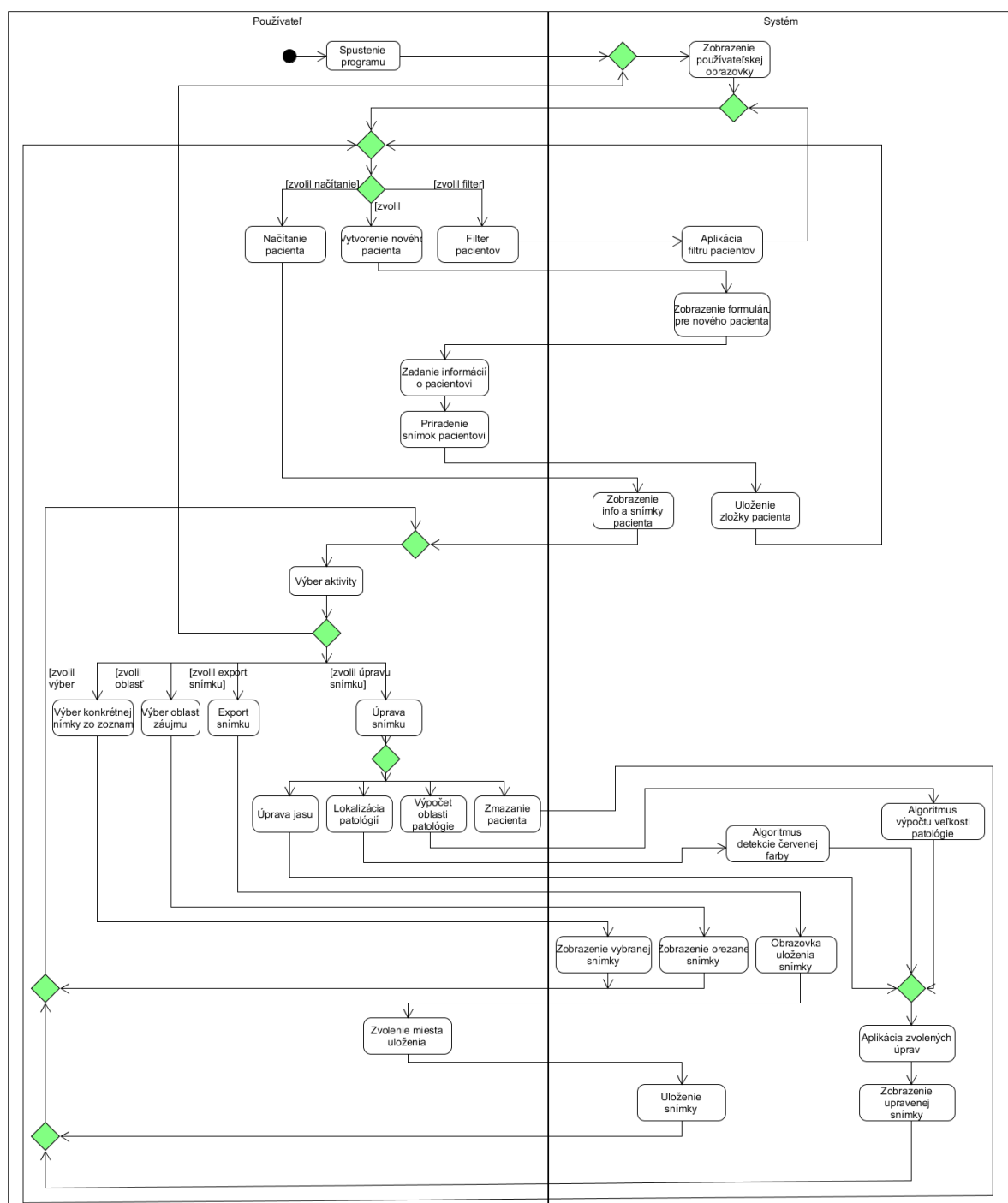
Posledný výsledok, ktorý vyšiel v našom teste ako štatisticky nevýznamný, bol výsledok závislosti fajčenia na patologických procesoch v ústnej dutine ( $\chi^2(1) = 0,003$ ;  $p = 0,955$  a Cramerovo  $V = 0,006$ ). Tento štatistický test však nemôžeme brať ako úplne relevantný, keďže v nameranej vzorke pacientov bolo veľmi malé množstvo fajčiarov, a to 10 z 96 (10 % zo 100 %) pacientov. Pre správne vyhodnotenie a úplne zamietnutie alebo potvrdenie tejto súvislosti by bolo vhodné túto vzorku doplniť o ďalších fajčiarov a test zopakovať.

### 8.3 Aplikácia PatientCard

Na vytvorenie aplikácie PatientCard je použitý App dizajnér v programe MATLAB vo verzií R2017b. MATLAB je software od spoločnosti MathWorks, ktorý sa špecializuje a slúži najmä na implementáciu rôznych výpočtových algoritmov, vykresľovanie grafov alebo rôzne simulácie, preto je tento program vhodný na prácu v technickom prostredí. Jeho názov vznikol spojením slov MATrix LABoratory, čo znamená v preklade laboratórium s maticami. Jednou z jeho základných možností je aj vytváranie používateľských rozhraní, ktoré slúžia na prehľadnú komunikáciu medzi používateľom a systémom. Keďže aplikácia PatientCard bude používať predovšetkým matematické operácie, je pre jej realizáciu MATLAB najvhodnejšou voľbou.

Podstatou aplikácie je uľahčenie prehľadnosti v pacientových záznamoch. Aplikácia ponúka možnosti ako vytvorenie karty pacienta, ktorá obsahuje základné zdravotné údaje vrátane termálnych snímok. Jedná sa tak o aplikáciu, ktorá umožňuje digitálnu archiváciu snímok a informácií, ktorá sa v dnešnom období stala už neoddeliteľnou súčasťou nemocničných systémov. Aplikácia takisto ponúka možnosť tieto snímky upravovať pomocou implementovaných funkcií a algoritmov.

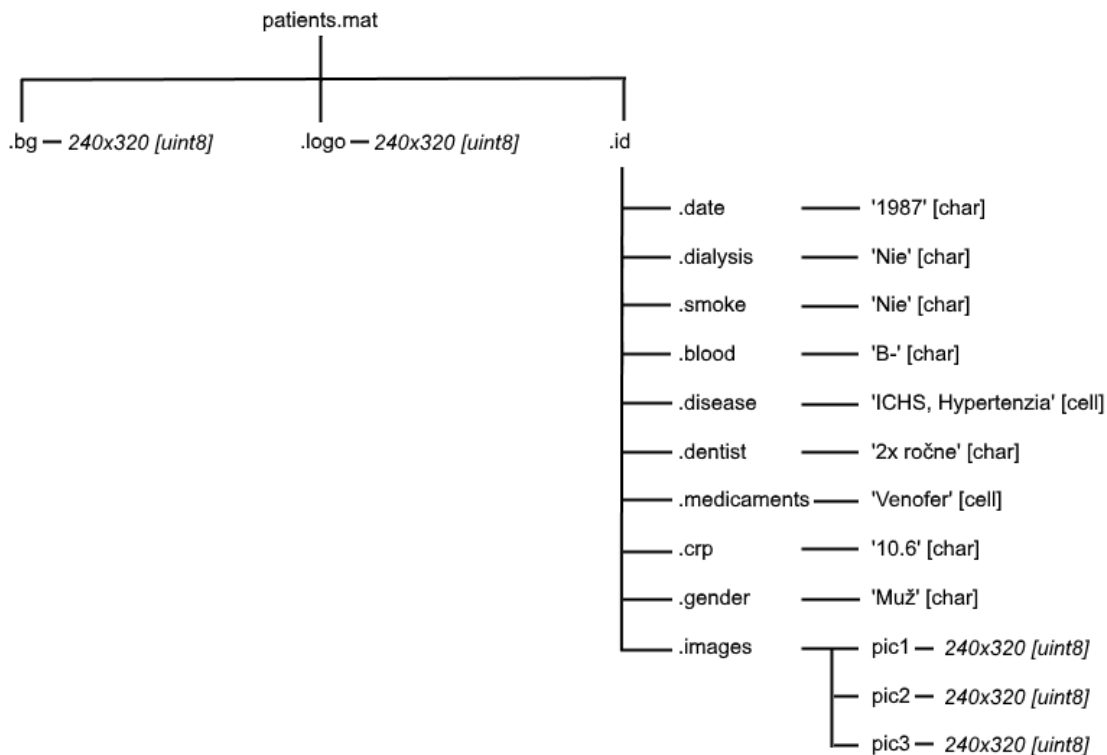
Po spustení programu MATLAB a zadaní cesty na vytvorenie nového GUI (New -> App -> App Designer) sa sprístupní dizajnér na modelovanie grafického používateľského rozhrania – GUI (anglicky *Graphical User Interface*). Tento dizajnér je tvorený dvoma časťami. Prvá časť slúži na úpravu vzhľadu samotnej aplikácie a vkladanie jednotlivých vizuálnych prvkov pre používateľa a druhá časť obsahuje samotný kód aplikácie, kde sa nachádzajú jednotlivé funkcie. Najskôr bolo nutné do dizajnovnej časti vložiť potrebné tlačidlá, textové polia, zaškrŕavacie polia a plochy pre vykreslenie snímok. Následne boli jednotlivým tlačidlám vytvorené takzvané *callback* príkazy, ktoré slúžia na priradenie danej funkcie z kódovej časti programu konkrétnemu tlačidlu. Pomocou týchto funkcií je zabezpečená komunikácia medzi používateľom a programom. Jednotlivé vzťahy popisuje Obrázok 24: Vývojový diagram aplikácie PatientCard uvedený v tejto kapitole, ktorý popisuje takzvanú akciu a reakciu medzi používateľom a systémom.



Obrázok 23: Vývojový diagram aplikácie PatientCard

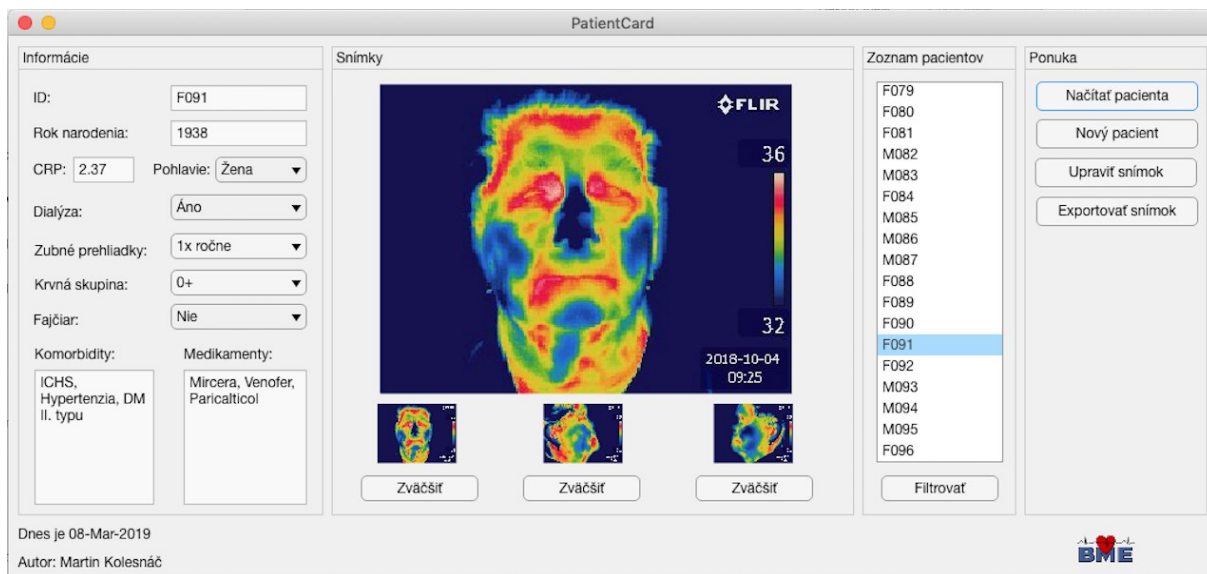
Samotný program PatientCard obsahuje niekoľko funkcií a možností, s ktorými môže používateľ pracovať. Po spustení programu dôjde ku automatickému načítaniu databázy pacientov. Táto databáza sa volá *patients.mat* a je vložená priamo v programe, takže nie je potrebné ju sťahovať alebo dodatočne implementovať. Jedná sa o štruktúru obsahujúcu polia s jednotlivými údajmi o danom

pacientovi. Po načítaní databáze je program spustený a pripravený na ďalšie pokyny od používateľa. V tejto databáze je takisto vložené logo a pozadie programu v šedej farbe, ktoré prekryje pôvodné plochy na vykreslenie snímok.



Obrázok 24: Návrh databázy pacientov v programe MATLAB

Používateľ si v tejto aplikácii dokáže založiť kartu nového pacienta, kde do implementovaných textboxov vyplní základné údaje o pacientovi (ID, rok narodenia, hodnotu CRP, pohlavie, krvnú skupinu, rok zaradenia do dialyzačného programu, periodicitu návštev u jeho stomatológa, komorbiditu a zoznam používaných medikamentov). Ďalej si zvolí termálne fotografie, ktoré zodpovedajú danému pacientovi a túto kartu uloží. Tieto údaje vrátane snímok sú následne uložené v databáze *patients.mat*. Používateľ má takisto možnosť snímky z aplikácie exportovať pomocou funkcie *cd()* do vybranej zložky alebo na prenosné médium pre ďalšie použitie, a takisto prepínať medzi zobrazením jednotlivých snímok.



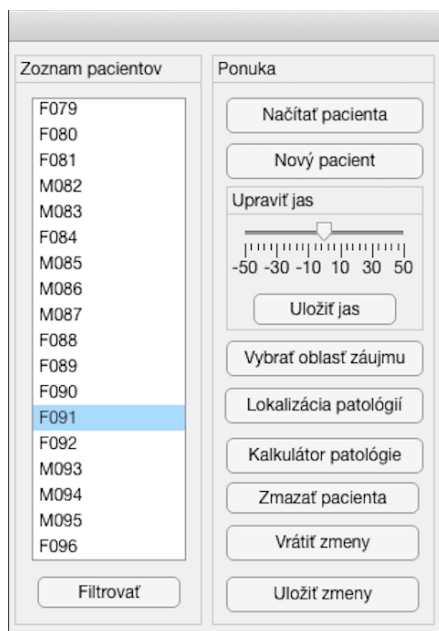
Obrázok 25: Používateľske rozhranie aplikácie PatientCard

Aplikácia taktiež umožňuje filtrovať zoznam zobrazovaných pacientov v ponuke na základe priradených údajov, ako napríklad muž alebo žena, fajčiar alebo nefajčiar, dialyzovaný alebo nedialyzovaný a tiež podľa rozsahu veku alebo CRP hodnoty. Táto možnosť je postavená na algoritme obsahujúcom podmienku *if* a *else*. Používateľ si zadá do filtru určité parametre, ktoré sa uložia do podmienky, program následne prechádza všetky polia v databáze pacientov a pacientov, u ktorých filter nájde zhodu vypíše. Pacienti, u ktorých nedôjde ku zhode všetkých zadaných parametrov v podmienke program nezobrazí.



Obrázok 26: Filter používateľov v aplikácii PatientCard

Ďalšou možnosťou aplikácie je možnosť úprav. Táto sekcia ponúka viacero funkcií. Medzi základné funkcie patrí napríklad úprava jas snímky. Jedná sa o intuitívny posuvník, ktorým dokáže používateľ regulovať jas v danom obraze. Funkcia funguje na princípe zvyšovania alebo znižovania hodnoty jednotlivých pixelov pre každú zložku RGB modelu. Ďalšou možnosťou je výber oblasti záujmu, kde si používateľ v pôvodnej snímke zvolí dve súradnice, počiatočnú a konečnú a na základe týchto súradníc dôjde ku orezaniu pôvodnej snímky na zvolenú oblasť, ktorá umožní používateľovi špecifikovať sa na konkrétnu oblasť zo snímky a detailnejšie ju preštudovať. Táto funkcia sa inak nazýva aj ROI (anglicky *region of interest*) a u snímok s vyšším rozlíšením sa často používa aj na zníženie počtu pixelov, a tým pádom skrátenie časovej náročnosti pri ďalšom spracovaní obrazu, keďže nechcená časť obrazu bude odstránená. Ďalšou možnosťou pre používateľa je tlačidlo s funkciou na vymazanie pacienta, ktorá zmaže z databázy kartu daného pacienta, vrátane jeho informácií a snímok. Poslednými dvoma funkciami sú algoritmy na automatickú lokalizáciu patologických procesov a na výpočet percentuálnej veľkosti patológie v pomere ku celkovej plochy tváre pacienta.

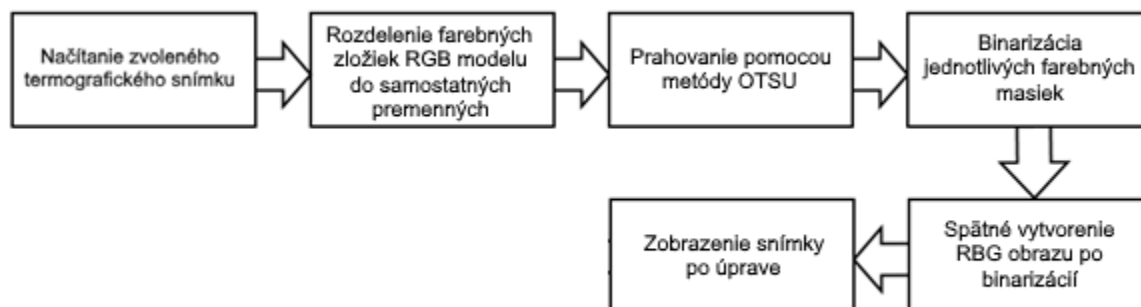


Obrázok 27: Editor snímok v aplikácii PatientCard



### 8.3.1 Funkcia automatickej lokalizácie patologických procesov

Funkcia automatickej lokalizácie patologických procesov je založená na metóde segmentácie obrazu pomocou prahovania histogramu.



Obrázok 28: Vývojový diagram funkcie na lokalizáciu patologických procesov

Po nahratí snímky dôjde ku separácii jednotlivých farebných škál RGB obrazu do 2D polí. Tieto hodnoty sú uložené ako samostatné premenné s názvami *red* (pre pixely odpovedajúce červenej zložke), *green* (pre pixely odpovedajúce zelenej farbe) a *blue* (pre pixely odpovedajúce modrej zložke). Následne bola na jednotlivé zložky aplikovaná funkcia *graythresh()*, ktorá funguje na princípe prahovania histogramu pomocou OTSU prahovacej metódy. Funkcia OTSU vypočíta optimálny prah z histogramu šedej farby. Táto metóda bola zvolená pre jej efektívnosť a nízku časovú náročnosť. Následne prebehne binarizácia týchto troch masiek na základe prahovania histogramu s vypočítanou prahovacou hodnotou. U masky, ktorej odpovedá histogram červenej farby, je objektom (pixelom odpovedajúcim červenej farbe) priradená binárna hodnota 1 a ostatným pixelom mimo tejto škály bola priradená binárna hodnota 0, čo odpovedá pozadiam v obraze. U masky, ktorej odpovedá histogram zelenej farby funguje priradzovanie hodnôt opačne. Pixelom, ktoré odpovedajú zelenej farbe bola priradená binárna hodnota 0, takže boli označené ako pozadia a zvyšným pixelom bola priradená hodnota 1, ktorá odpovedá objektom v obraze. Rovnaký priebeh bol aj u masky, ktorej histogram odpovedá modrej farbe. Pixelom, ktoré odpovedajú škále modrej farby bola priradená hodnota 0, teda boli označené ako pozadia a pixelom mimo škálu boli priradené hodnoty 1, čiže boli označené ako objekty obrazu.



Obrázok 29: Histogram s nastavením prahov jednotlivých farieb



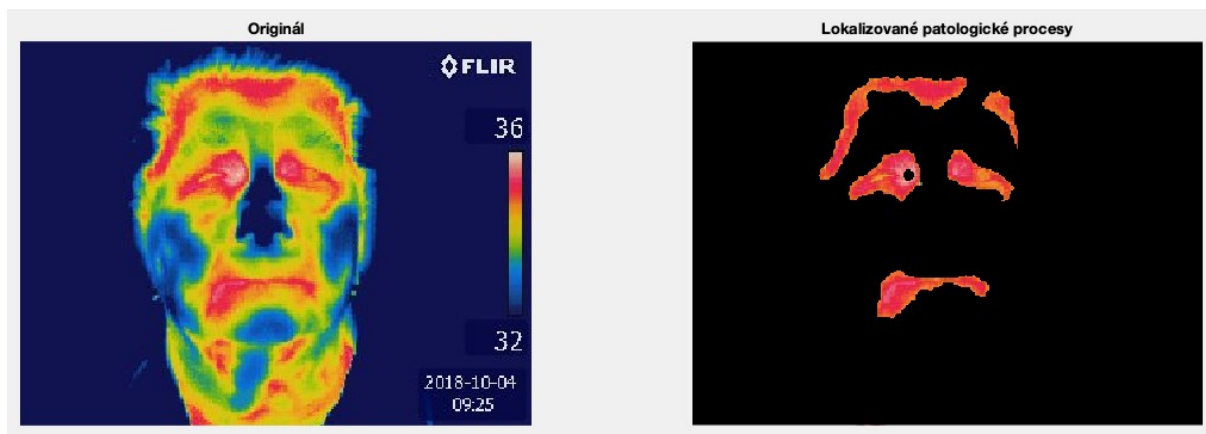
Obrázok 30: Binarizácia obrazu na základe prahovania histogramu

Takto zaručíme, že po spojení týchto masiek do jednej v konečnom dôsledku dostaneme ako výsledok objektu iba pixely odpovedajúce škále červenej farby. Po binarizácii jednotlivých masiek je následne aplikovaná funkcia *bwareaopen()*, ktorá zabezpečí odstránenie menších objektov v obraze. Po tejto funkcii nasleduje doladenie snímky a to pomocou funkcie *strel()*, ktorej hlavnou úlohou je pixely, označené ako pozadia, ktoré sa nachádzajú vo vnútri objektu, označiť ako objekty a eliminovať tak nulové pixely, ktoré by vo vnútri objektu spôsobovali čierne miesta. Funkcia *strel()* zároveň slúži na zjemnenie ostroty hrán objektov. Po upravení jednotlivých masiek dôjde ku ich spojeniu do jednej binárnej masky, ktorej pixely s hodnotou jedna odpovedajú iba škále červenej farby. Spojením týchto troch masiek znova dostaneme pôvodný RGB obraz, ktorý však už bude mať zobrazené iba lokácie s miestami, u ktorých môžeme pozorovať zvýšenú teplotu.



Obrázok 31: Výsledný binárny obraz po spojení masiek

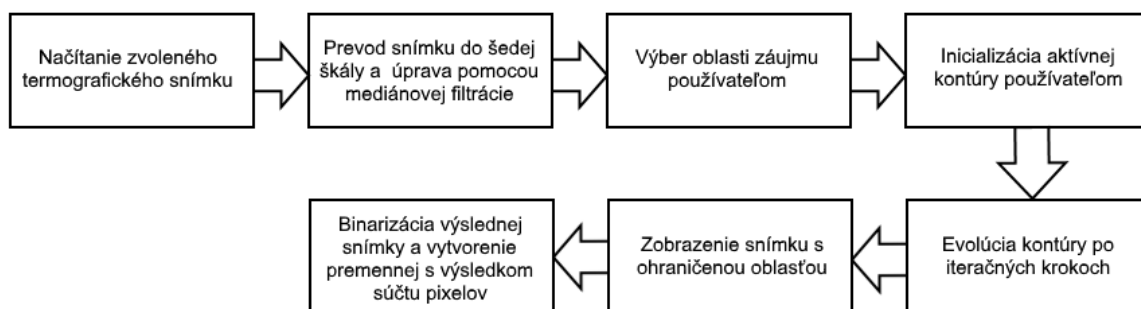
Pokiaľ by sme sa chceli orientovať iba na lokalizáciu patológií v konkrétnych miestach, je vhodné pred spracovaním snímky použiť funkciu na výber konkrétnej oblasti, napríklad ROI (anglicky *region of interest*), ktorú táto aplikácia rovnako ponúka ako jednu z možností úprav snímok.



Obrázok 32: Lokalizátor patologických procesov v aplikácii PatientCard

### 8.3.2 Funkcia výpočtu veľkosti plochy patológie

Táto funkcia je zameraná na výpočet veľkosti plochy patológie patologického procesu. Meranie veľkosti patologických procesov môže lekárovi pomôcť pri dlhodobom monitorovaní a sledovaní vývoja daného patologického procesu a to tak, že pravidelným sledovaním a meraním veľkosti patológie dokáže predpokladať nárast alebo zníženie jej veľkosti.



Obrázok 33: Vývojový diagram cyklu na výpočet plochy v obraze s použitím aktívnej kontúry

Táto funkcia funguje na princípe aktívnych kontúr, mediánovej filtrácii a binarizácii. V prvom kroku sa snímka prekonvertuje do šedej škály pomocou funkcie `rgb2gray()`. Používateľ si následne snímku

oreže pomocou funkcie *crop()* na potrebnú veľkosť. To znamená, že si zvolí napríklad iba oblasť tváre, pretože to je plocha, ktorej pomer chce používateľ vypočítať ku pomeru patológie.

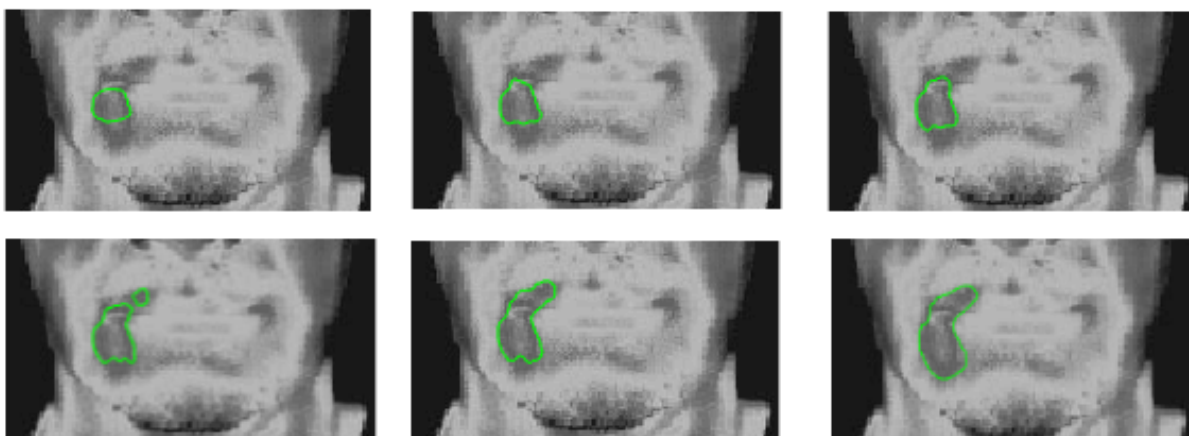
Následne je snímka upravená a vyhladená pomocou mediánovej filtrácie, čo zabezpečí lepšiu ostrosť hrán a ich následnú detekciu. V našom prípade bol použitý mediánový filter s veľkosťou okna 5x5. Mediánová filtrácia bola v tomto prípade zvolená preto, pretože sa jedná o nelineárnu metódu vhodnú na potlačenie šumu a zjemnenie ostrých hrán v obraze.

Po aplikácii mediánovej filtrácie a orezaní snímky je na obraz aplikovaná funkcia geometrických aktívnych kontúr. Používateľ si zvolí inicializačný bod kontúry, v okolí ktorého vznikne samotná inicializačná kontúra. Inicializačná kontúra je krivka uzavretého tvaru. V našom prípade sa jedná o krivku elipsovitého tvaru. Jej implementácia v kóde je realizovaná pomocou parametrickej rovnice. Jej evolúcia je následne vykonávaná po iteračných krokoch. Ich počet limitujeme v nastaveniach funkcie aktívnej kontúry.

Aby metóda aktívnych kontúr pracovala správne, bolo potrebné presné nastavenie parametrov tohoto algoritmu:

- ***n* (NumIter)** – hodnota, ktorá definuje počet iteračných krokov.
- ***Δt* (timestep)** – hodnota časového kroku posunu krivky (čím je vyššia, tým rýchlejšie ale nepresnejšie sa krivka pohybuje).
- ***phi*** – rovnica, ktorá definuje veľkosť a tvar počiatočnej krivky aktívnej kontúry.
- ***λ<sub>1</sub>* (lambda1)** – konštanta, ktorej hodnota určuje tvarovanie kontúry smerom do obrazu.
- ***λ<sub>2</sub>* (lambda2)** – konštanta, ktorej hodnota určuje tvarovanie kontúry smerom von z obrazu.
- ***σ* (sigma)** – parameter, ktorý čiastočne rieši nehomogenitu intenzity jasu. Čím je hodnota vyššia, tým viac sa krivka pri evolúcii vzdďľahuje od svojej aktuálnej pozície behom jedného iteračného kroku.
- ***ε* (epsilon)** – hodnota šírky Diracovho impulzu. Ten má za úlohu zrýchľovať počiatočný pohyb kontúry.
- ***c<sub>0</sub>* (c0)** – zápornou hodnotou tejto konštanty sa násobia pixely vo vnútri kontúry a kladnou hodnotou tejto konštanty sa násobia pixely mimo kontúry. Vyššia hodnota zaisťuje rýchlejší počiatočný pohyb práve inicializovanej kontúry.
- ***v(nu)*** – konštanta ovplyvňujúca dĺžku kontúry. Čím je hodnota nižšia, tým väčšiu dĺžku môže kontúra pri svojej evolúcii naberať.
- ***α* (alf)** – konštanta, vďaka ktorej môžeme pri evolúcii krivky nastaviť energiu obrazu, ktorá priťahuje krivku smerom ku hranám.
- ***μ* (mu)** – konštanta, ktorej úlohou je zabezpečiť, aby sa krivka v priebehu evolúcie neodchýľila príliš ďaleko od svojej aktuálnej pozície.

Následne prebehne pomocou aktívnej kontúry proces označenia hrán, ktoré odpovedajú ohraničeniu celej oblasti tváre. Po tomto procese nastáva výpočet veľkosti plochy tváre pomocou binarizácie. Proces binarizácie rozdelí obraz na dve oblasti, a to vo vnútri kontúry a mimo kontúry a pixelom priradí binárnu hodnotu 1 a 0. Pixely, ktoré odpovedajú binárnej hodnote 1, ktorá sa nachádza vo vnútri oblasti kontúry sa následne sčítajú a získame veľkosť plochy celej tváre, ktorá sa uloží ako číselná hodnota do samostatnej premennej s názvom *pixels\_face*. V ďalšom kroku sa používateľovi zobrazí znova pôvodná snímka, v ktorej si označí patológiu, ktorej veľkosť chce vypočítať a znova prebehne cyklus aktívnej kontúry a výpočet veľkosti plochy patológie po procese binarizácie tejto patológie. Vypočítaná hodnota patológie je takisto uložená do samostatnej premennej s názvom *pixels\_pathology*. V tomto prípade je však nastavenie aktívnej kontúry odlišné od nastavenia kontúry pre označenie celej tváre. Patológie sú podstatne menšie a je preto potrebné pri ich ohraničovaní postupovať s väčšou citlivosťou. Cyklus kontúry na vyznačenie patológie sa odlišuje napríklad väčším počtom iterácií, menším časovým krokom alebo napríklad menšou počiatočnou veľkosťou kontúry.



Obrázok 34: Priebeh inicializácie aktívnej kontúry pre patológiu

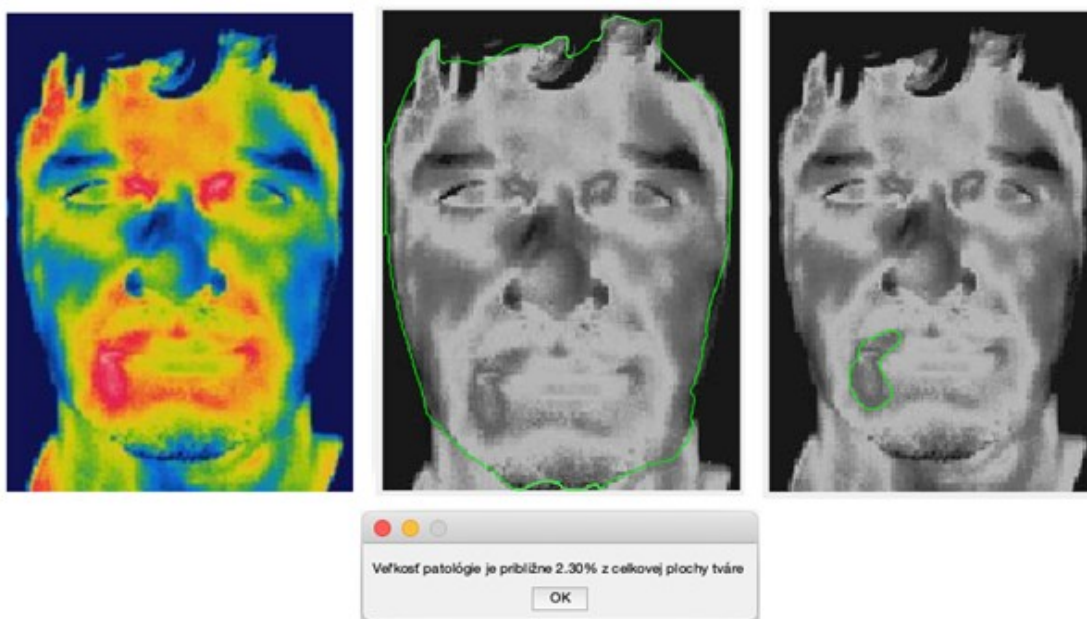


Obrázok 35: Zobrazenie plochy po binarizácii

V poslednom kroku dôjde ku výpočtu veľkosti patológie ku celkovej veľkosti tváre pomocou podielu vypočítaných veľkostí oboch záujmových objektov a pre násobení výslednej hodnoty do percentuálneho formátu, ktorý je pomocou funkcie *msgbox()* zobrazená používateľovi. Čo sa týka parametrov nastavenia jednotlivých aktívnych kontúr, tie sú uvedené v Tabuľke 10 uvedenej nižšie. Je potrebné pripomenúť, že správna funkčnosť celej tejto funkcie je podmienená vložení správne nasnímanej termálnej snímky. To znamená že táto snímka musí byť čo najostrejšia a musí zaberat celú plochu tváre. Pacienti s dlhšími vlasmi prekryvajúcimi tvár by si pre čo najefektívnejšie meranie mali tieto vlasy vyhrnúť tak, aby nezakrývali čelo. V prípade nesplnenia týchto podmienok môže dôjsť ku skresleniu výsledku.

*Tabuľka 10: Nastavenie parametrov aktívnych kontúr*

Parameter	Nastavenie hodnôt pre kontúru tváre	Nastavenie hodnôt pre kontúru patológie
Počet iterácií	1700	1500
Časový krok	.02	.01
Sigma	20	10
Tvar počiatočnej kontúry	Elipsa	Kruh
Veľkosť počiatočnej kontúry	30	3



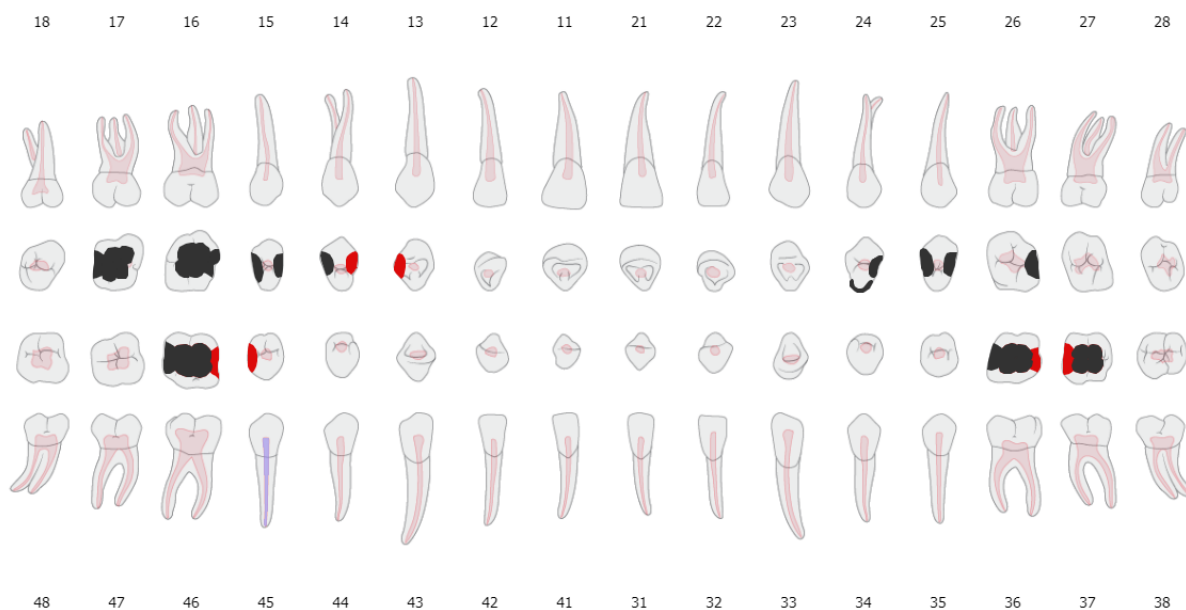
*Obrázok 36: Výsledok funkcie výpočtu veľkosti patologického procesu v aplikácii PatientCard*

Všetky súbory obsahujúce zdrojové kódy vrátane spustiteľného súboru sú dostupné v **Samostatná príloha I.**

## 8.4 Kazuistika

Táto podkapitola je zameraná na demonštráciu efektívneho využitia termokamery pri lokalizácii patologických procesov v oblasti ústnej dutiny. Cieľom porovnávania boli štyri subjekty, pričom každý z nich vykazoval známky patologických procesov v ústnej dutine a každý z nich sa podrobil stomatologickému vyšetreniu, vyšetreniu pomocou OPG (panoramatický röntgen), vyšetreniu pomocou snímkovacej techniky bite-wing a vyšetreniu pomocou termokamery.

Prvý subjekt zaradený do kazuistiky je žena vo veku 30 rokov, ktorá stomatologickú ambulanciu navštívila naposledy v roku 2017. Na základe stomatologického vyšetrenia odborníkom a pozorovaním snímky z OPG a bite-wingu sa preukázalo, že táto pacientka trpí rozsiahlymi patologickými procesmi v ústnej dutine. Zubný kaz je prítomný na zuboch číslo 36, 37 a 46. Pacientka tiež trpí krčkovými léziami na zuboch číslo 13, 14, 45 a 46. Z vyšetrení vyplýva, že podstatná časť patologických procesov subjektu sa nachádza v pravej časti ústnej dutiny. Tento záver je preukázateľný aj z výslednej termálnej snímky subjektu, kde v pravej časti ústnej dutiny pozorujeme podstatne vyššiu zmenu teploty ako v ľavej časti. Súvislosť medzi patologickým procesom v ústnej dutine a jeho lokalizáciou pomocou termokamery je u tejto pacientky jednoznačne preukázateľná.



Obrázok 37: Snímka zubného kríža prvého subjektu kazuistiky





*Obrázok 38: OPG snímka prvého subjektu kazuistiky*



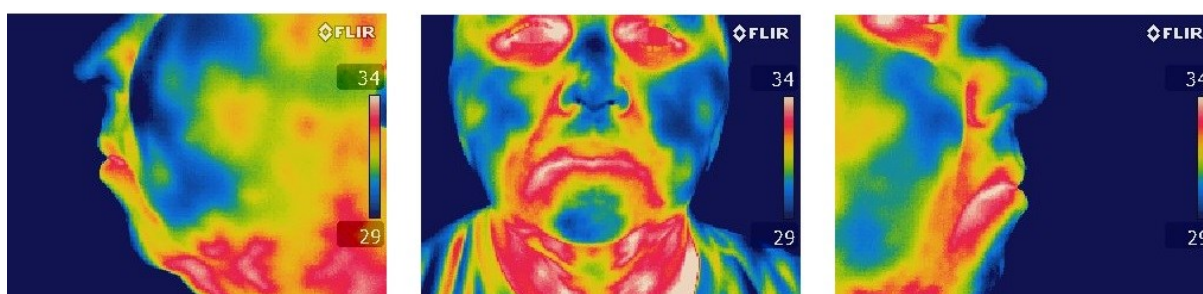
*Obrázok 39: Termálna snímka prvého subjektu kazuistiky*



Druhý subjekt je muž vo veku 52 rokov, nefajčiar, ktorý stomatológa navštevuje pravidelne 2krát ročne. Dentálnej hygieny sa nezúčastňuje a trpí viacerými chorobami ako DM II. typu, hypertenziou, hyperlipidémiou a artrózou. Subjekt je takisto dlhodobým užívateľom liekov, ako napríklad Prestance a Betaloc (lieky určené na liečbu ICHS a hypertenzie) a Lipantil (liek na zníženie hladiny tukov v krvi). Na základe stomatologického vyšetrenia a OPG vyšetrenia bola zistená deštruovaná korunková časť zubu číslo 34 a periapikálne prejasnenie na zube číslo 37. Snímka z termálnej kamery preukazuje viditeľne zvýšenú teplotu v oblasti ústnej dutiny, čo môže upozorňovať na priebeh patologických procesov, čo potvrdzujú aj dve predchádzajúce vyšetrenia.



*Obrázok 40: OPG snímka druhého subjektu kazuistiky*



*Obrázok 41: Termálna snímka druhého subjektu kazuistiky*

Subjekt číslo tri je muž vo veku 22 rokov, nefajčiar, ktorý navštevuje stomatologickú ambulanciu pravidelne 2krát ročne a naposledy bol na prehliadke v roku 2018. Dentálnu hygienu nenavštevuje. Na základe stomatologickej prehliadky bola potvrdená prítomnosť zubného kazu, avšak konkrétne zuby neboli označené. Z výslednej termografickej snímky však môžeme konštatovať, že patologické procesy sú prítomné v pravej dolnej oblasti ústnej dutiny, čo by mohlo odpovedať napríklad zubnému kazu alebo kŕčkovým léziám.



*Obrázok 42: OPG snímka tretieho subjektu kazuistiky*

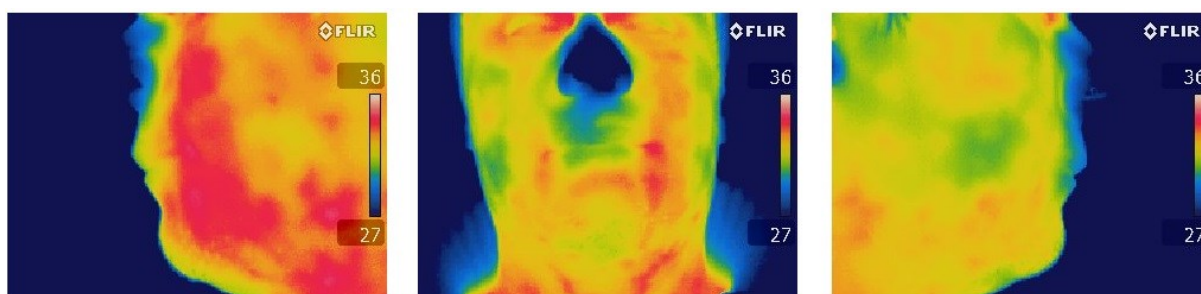


*Obrázok 43: Termálna snímka tretieho subjektu kazuistiky*

Posledný, štvrtý subjekt, je muž vo veku 27 rokov, ktorý sa nezúčastňuje pravidelných prehliadok a zákrokov u stomatológa a naposledy navštívil ordináciu v roku 2014. U tohto subjektu boli preukázané štyri zubné kazy na zuboch číslo 11, 21, 22 a 23. Zub číslo 21 bol navyše označený ako zub s chronickým zubným kazom. Zub číslo 12 bol po endodontickom ošetrovaní a zub 38 bol označený ako retinovaný. Zuby číslo 26 a 46 boli označené ako kariézne. Snímka z termokamery v tomto prípade preukazovala zvýšenú teplotu hlavne v ľavej časti ústnej dutiny, čo by zodpovedalo patologickým nálezom na zuboch číslo 26 a 38.



*Obrázok 44: OPG snímka štvrtého subjektu kazuistiky*



*Obrázok 45: Termálna snímka štvrtého subjektu kazuistiky*

### 8.4.1 Zhodnotenie kazuistiky

Výsledky kazuistiky potvrdili, že lokalizovanie patologických procesov v oblasti ústnej dutiny pomocou termokamery je vhodná diagnostická metóda. U všetkých štyroch subjektov vyšli nálezy na patologické procesy pozitívne, či už sa jednalo o klasické stomatologické vyšetrenie, röntgenové vyšetrenie (OPG), vyšetrenie snímkovacou technikou bite-wing alebo vyšetrenie pomocou termokamery.

Cieľom tejto kapitoly bolo demonštrovať, že termokamera je vhodná na použitie pri lokalizácii takýchto patologických procesov a že môže uľahčiť a urýchliť diagnostiku pacienta, čo z vyššie uvedených výsledkov jednoznačne vyplýva. Keďže meranie prebiehalo v zimnom období, bolo potrebné aby sa termoregulačný systém pacienta aklimatizoval na teplotný rozdiel spôsobený zmenou medzi prostredím vonku a vo vnútri budovy. Každý zo štyroch pacientov mal pred meraním stráviť v budove aspoň 30 minút. Túto podmienku nedodržala pacientka, ktorej termálne snímky môžeme vidieť na Obrázku 33. Nedostatočný aklimatizačný čas spôsobil, že niektoré časti tváre, ako napríklad nos a líca, pôsobili na termálnej mape chladnejšie oproti ostatným častiam tváre. Takéto skreslenie ale nemusí spôsobovať iba teplota. Vplyv na zmeny teploty v ľudskom tele môže mať napríklad aj ženská menštruácia. Takisto je potrebné, aby ženy pred meraním nemali na tvári hrubú vrstvu make-upu, a tak je vhodné, aby si pred meraním opláchli tvár vodou a zmyli tak nečistoty, ktoré by mohli spôsobovať rozdiely v teplote a skreslenie výsledkov.



## 9 Záver

Táto diplomová práca bola zameraná na preukázanie funkčnosti metódy lokalizácie patologických procesov pomocou termokamery, a to v oblasti ústnej dutiny, a takisto na preukázanie zvýšenej patologickej činnosti v oblasti ústnej dutiny u dialyzovaných pacientov. Práca bola zložená z dvoch hlavných častí, a to z teoretickej a praktickej časti.

Teoretická časť diplomovej práce zoznámila čitateľa s problematikou v oblasti termografie, konkrétne s využitím a konštrukčnou časťou termálnej kamery a jej fyzikálnymi princípmi. Druhá polovica teoretickej časti bola zameraná na ochorenie obličiek, jeho vznik a možnosti jeho riešenia pomocou dialýzy a takisto na popis najčastejších patologických procesov v ústnej dutine.

Praktická časť diplomovej práce sa skladala zo štyroch samostatných podkapitol. Prvá informuje čitateľa o meraní pacientov v dialyzačnom centre, o postupe od prípravy pacienta na meranie, cez vyplnenie dotazníka s jeho zdravotnými dátami až po samotné meranie termokamerou, kde každému pacientovi boli zosnímané tri snímky jeho tváre so zameraním na orofaciálnu oblasť. Kapitola sa ďalej venuje technickej časti vybavenia pre snímanie pacientov, konkrétne termálnej kamery FLIR E50. Nameraných bolo celkovo 96 pacientov, z čoho bolo 35 dialyzovaných a 61 nedialyzovaných a celkovo bolo zosnímaných 288 termálnych snímok. Ukážka dotazníku, termálnych snímok a celkového postupu merania je uvedená v [kapitole 8.1 Meranie pacientov na dialyzačnom centre](#).

Druhá podkapitola bola zameraná na štatistické vyhodnotenie všetkých meraných pacientov v programe R. Toto štatistické vyhodnotenie slúžilo hlavne na preukázanie súvislosti medzi dialýzou a ochorením v oblasti ústnej dutiny. Použitými štatistickými metódami sa potvrdilo, že táto súvislosť skutočne existuje a môžeme potvrdiť, že medzi chronickým zlyhaním obličiek a ochorením v ústnej dutine je priama súvislosť. Kapitola sa ďalej venovala štatistickému vyhodnoteniu ďalších faktorov a závislostí ako napríklad závislosť patológie v oblasti ústnej dutiny na pohlaví, fajčení atď. ale aj na štatistický popis všeobecných rozdelení a porovnaní jednotlivých skupín pacientov. Všetky štatistické výsledky testov spolu s postupom a detailným popisom jednotlivých testov s grafmi a rozdeleniami sú uvedené v [kapitole 8.2 Štatistické vyhodnotenie](#).

Tretia podkapitola popisovala vytvorenie a funkčnosť programu PatientCard, ktorý slúži pre používateľa ako karta pacienta. Program funguje ako databáza pacientov a umožňuje zobrazovať základné informácie o pacientovi vrátane jeho termálnych fotografií. Používateľ si môže vytvoriť nového pacienta, prezerať vytvorených pacientov alebo v prípade, že už nemá záujem tohoto pacienta ďalej evidovať, môže ho zmazať. Program takisto umožňuje upravovať fotografie. Základnými funkciami sú úprava jasnosti snímky alebo výber špecifickej oblasti, v prípade, že by sa chcel zamerať iba na konkrétnu oblasť. Ďalej aplikácia umožňuje využiť funkciu na algoritmus na výpočet veľkosti patologického ložiska, čo funguje na princípe aktívnych kontúr a binarizácie alebo funkcie automatického zobrazenia patológií, ktoré funguje na princípe prahovania histogramu pomocou OTSU prahovacej metódy a binarizácii. Celý program, vrátane užívateľského rozhrania, bol realizovaný v programe MATLAB vo verzii R2017b a jeho podrobný popis je uvedený v [kapitole 8.3 Aplikácia PatientCard](#).

Posledná, štvrtá podkapitola, sa zameriavala na kazuistiku, a teda potvrdenie tvrdenia, že termálne meranie je vhodná diagnostická metóda na použitie v stomatologickej ordinácii. Overenie metódy

prebehlo priamo v stomatologickej ambulancii, kde sa každý pacient podrobil stomatologickému vyšetreniu, röntgenovému vyšetreniu, ktoré zahŕňalo: panoramatický snímok – OPG, bite-wing (snímok zhotovený interproximálnou technikou) a vyšetreniu pomocou termokamery. Na základe výsledkov z týchto vyšetrení sa potvrdilo, že metóda je efektívna, ale musia byť splnené určité kritéria ako stabilná teplota v miestnosti, správne nastavenie kamery, jej vzdialenosti od subjektu pri meraní a rôzne ďalšie faktory. Výsledky tejto časti sú uvedené v [kapitole 8.4 Kazuistika](#).

Na záver je vhodné zamyslieť sa aj nad budúcnosťou vyšetrení a diagnostiky v oblasti medicíny a jej prepojením so snímaním pomocou termokamery. Keďže sa pohybujeme v oblasti biomedicínskeho inžinierstva, je nevyhnutné hľadať nové technologické možnosti a metódy, ktoré uľahčia budúcnosť diagnostických metód lekárom a odborníkom v daných oblastiach. A práve touto metódou môže byť rozšírenie diagnostickej metódy – termografie napríklad do ambulancií všeobecných lekárov. Je totiž všeobecne známe, že tuzemské nemocnice trpia výrazným nedostatkom lekárov vo viacerých oblastiach, vrátane stomatológov. Je preto potrebné ich čas využívať efektívne, a práve túto efektívnosť by mohli zlepšiť vyšetrenia termokamerou. Môže to súvisieť napríklad s rýchlejšou lokalizáciou patologických procesov v ústnej dutine alebo rýchlejšou diagnostikou ochorení pohybových aparátov, svalov, šliach a iných mäkkých tkanív.

Je vhodné vyzdvihnúť aj výhody snímania termokamerou, ako je neinvazívnosť tejto metódy, a tak napríklad dialyzovaný pacient, ktorý je imobilný a nemôže sa dostať na vyšetrenie do stomatologickej alebo inej ambulancie, môže požiadať o vyšetrenie pomocou kamery priamo v mieste, kde sa nachádza a predísť tak zbytočnému cestovaniu. Takto vyšetrený pacient navyše nie je vystavovaný žiadnemu ionizačnému žiareniu, ako je to v prípade iných diagnostických vyšetrení, napríklad pomocou röntgenu, počítačovej tomografie (CT) alebo počítačovej tomografie s kužeľovitým lúčom žiarenia (CBCT). Vyššia cena kvalitnejších termálnych kamier však môže menšie ambulancie s nižším rozpočtom na nákup techniky odradiť od kúpy takéhoto vybavenia.

Otvárajú sa nám tu teda nové možnosti výskumov v oblasti biomedicínskeho inžinierstva, so zameraním na termografiu v medicíne a prepojením jednotlivých diagnostických metód v daných oblastiach medzi sebou a samozrejme, ich efektívnejšieho využitia v budúcnosti.

## Použitá literatura

- [1] BORAWSKI, J., M. WILCZYNSKA-BORAWSKA, W. STOKOWSKA a M. MYSLIWIEC. The periodontal status of pre-dialysis chronic kidney disease and maintenance dialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation* [online]. 2006, 22(2), 457-464 [cit. 2016-11-25]. DOI: 10.1093/ndt/gfl676. ISSN 0931-0509. Dostupné z: <http://ndt.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/ndt/gfl676>
- [2] BOTS, C. P., H. S. BRAND, J. H. G. POORTERMAN, B. M. VAN AMERONGEN, M. VALENTIJN-BENZ, E. C. I. VEERMAN, P. M. TER WEE a A. V. NIEUW AMERONGEN. Oral and salivary changes in patients with end stage renal disease (ESRD): a two year follow-up study. *British Dental Journal* [online]. 2007, 202(2), E7-E7 [cit. 2018-07-17]. DOI: 10.1038/bdj.2007.47. ISSN 0007-0610. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/bdj.2007.47>
- [3] ŠEDÝ, Jiří, Edita HORKÁ, René FOLTÁN, Jana ŠPAČKOVÁ a Jana DUŠKOVÁ. Mechanism of increased mortality in hemodialysed patients with periodontitis. *Medical Hypotheses* [online]. 2010, 74(2), 374-376 [cit. 2018-07-18]. DOI: 10.1016/j.mehy.2009.04.053. ISSN 03069877. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306987709003740>
- [4] ANDRADE, Marcia Rejane Thomas Canabarro, Sabrina Loren Almeida SALAZAR, Leandro Figueira Reis DE SÁ, Maristela PORTELA, Antonio FERREIRA-PEREIRA, Rosangela Maria Araújo SOARES, Anna Thereza Thomé LEÃO a Laura Guimarães PRIMO. Role of saliva in the caries experience and calculus formation of young patients undergoing hemodialysis. *Clinical Oral Investigations* [online]. 2015, 19(8), 1973-1980 [cit. 2018-07-21]. DOI: 10.1007/s00784-015-1441-4. ISSN 1432-6981. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-015-1441-4>
- [5] KSHIRSAGAR, Abhijit V., Ronald G. CRAIG, Kevin L. MOSS, et al. Periodontal disease adversely affects the survival of patients with end-stage renal disease. *Kidney International* [online]. 2009, 75(7), 746-751 [cit. 2018-07-21]. DOI: 10.1038/ki.2008.660. ISSN 00852538. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0085253815537678>
- [6] PAKPOUR, Amir H., Santhosh KUMAR, Bengt FRIDLUND a Stefan ZIMMER. A case-control study on oral health-related quality of life in kidney disease patients undergoing haemodialysis. *Clinical Oral Investigations* [online]. 2015, 19(6), 1235-1243 [cit. 2018-07-21]. DOI: 10.1007/s00784-014-1355-6. ISSN 1432-6981. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-014-1355-6>
- [7] SCHMALZ, Gerhard, Anne KAUFFELS, Otto KOLLMAR, Jan E. SLOTTA, Radovan VASKO, Gerhard A. MÜLLER, Rainer HAAK a Dirk ZIEBOLZ. Oral behavior, dental, periodontal and microbiological findings in patients undergoing hemodialysis and after kidney transplantation. *BMC Oral Health* [online]. 2016, 16(1), - [cit. 2018-07-22]. DOI: 10.1186/s12903-016-0274-0. ISSN 1472-6831. Dostupné z: <http://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-016-0274-0>
- [8] TAVAKOLI, Mohammad, Mozghan IZADI, Jaber YAGHINI, Abdollah RASTEGARI a AhmadMoghareh ABED. A survey on the effects of metabolic syndrome on the periodontal indices of

hemodialysis patients. *Dental Research Journal* [online]. 2016, **13**(4), 333- [cit. 2018-07-22]. DOI: 10.4103/1735-3327.187873. ISSN 1735-3327. Dostupné z: <http://www.drjjournal.net/text.asp?2016/13/4/333/187873>

[9] KIM, Yeon Jung, Luciana Martins de MOURA, Christiane Peres CALDAS, Caroline PEROZINI, Gilson Fernandes RUIVO a Debora PALLOS. Evaluation of periodontal condition and risk in patients with chronic kidney disease on hemodialysis. *Einstein (São Paulo)* [online]. 2017, **15**(2), 173-177 [cit. 2018-07-22]. DOI: 10.1590/s1679-45082017ao3867. ISSN 1679-4508. Dostupné z: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-45082017000200173&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082017000200173&lng=en&tlng=en)

[10] HOU, Yue, Xin WANG, Cong-Xiao ZHANG, Yu-Dan WEI, Li-Li JIANG, Xiao-Yu ZHU a Yu-Jun DU. Risk factors of periodontal disease in maintenance hemodialysis patients. *Medicine* [online]. 2017, **96**(35), e7892- [cit. 2018-07-28]. DOI: 10.1097/MD.00000000000007892. ISSN 0025-7974. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00005792-201709010-00029>

[11] ZIEBOLZ, Dirk, Petra FISCHER, Else HORNECKER a Rainer F. MAUSBERG. Oral health of hemodialysis patients: A cross-sectional study at two German dialysis centers. *Hemodialysis International* [online]. 2011, , n/a-n/a [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1111/j.1542-4758.2011.00606.x. ISSN 14927535. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1542-4758.2011.00606.x>

[12] JAIN, Swati. Underlying Kidney Disease and Duration of Hemodialysis: An Assessment of Its Effect on Oral Health. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH* [online]. 2014, , - [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.7860/JCDR/2014/7853.4402. ISSN 2249782X. Dostupné z: [http://jcdr.net/article\\_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2014&volume=8&issue=5&page=ZC65&issn=0973-709x&id=4402](http://jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2014&volume=8&issue=5&page=ZC65&issn=0973-709x&id=4402)

[13] SEKIGUCHI, Ricardo Takiy, Claudio Mendes PANNUTI, Helio Tedesco SILVA JR., José Osmar MEDINA-PESTANA a Giuseppe Alexandre ROMITO. Decrease in oral health may be associated with length of time since beginning dialysis. *Special Care in Dentistry* [online]. 2012, **32**(1), 6-10 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.1111/j.1754-4505.2011.00223.x. ISSN 02751879. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1754-4505.2011.00223.x>

[14] GAŠPAR, Marija, Ana GLAVINA, Kristina GRUBIŠIĆ, Ivan SABOL, Mirela BUŠIĆ a Marinka MRAVAK STIPETIĆ. The Oral Cavity State in Renal Transplant Recipients. *Acta Stomatologica Croatica* [online]. 2015, **49**(3), 204-213 [cit. 2018-07-29]. DOI: 10.15644/asc49/3/2. ISSN 00017019. Dostupné z: [http://www.ascro.hr/fileadmin/user\\_upload/2015/Number\\_2015-3/gaspar\\_2015-3.pdf](http://www.ascro.hr/fileadmin/user_upload/2015/Number_2015-3/gaspar_2015-3.pdf)

[15] MEOLA, Carosena, ed. *Infrared Thermography Recent Advances and Future Trends* [online]. BENTHAM SCIENCE PUBLISHERS, 2012 [cit. 2018-09-18]. ISBN 9781608051434.

[16] BAYER, Robert. FLUKE. *Úvod do principů termografie*. 63 s. Dostupné také z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=65646](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=65646)

[17] SPUSTOVÁ, Viera. Definícia, hodnotenie a klasifikácia chronického ochorenia obličiek. *Via practica* [online]. 2010, 2010, **7**(4), 3 [cit. 2018-09-29]. Dostupné z: <http://www.solen.sk/pdf/80d36f157e704fe21dbc7ef65a3c0419.pdf>



- [18] Thermal Imaging System: T-1000 SMART. In: *Jing Zhong Sheng (Beijing) International Trade* [online]. [cit. 2018-09-22]. Dostupné z: <http://www.jzsbj.com/en/Upload/UploadProduct/20161122164354757.jpg>
- [19] Cévní přístupy pro hemodialýzu. *Česká nadace pro nemoci ledvin* [online]. [cit. 2018-09-29]. Dostupné z: <http://www.nadaceledviny.cz/informacni-brozurky/cevni-pristupy-pro-hemodialyzu>
- [20] Radiocephalic fistula. In: *Wikimedia* [online]. [cit. 2018-09-29]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/A\\_radiocephalic\\_fistula\\_%28cs%29.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/A_radiocephalic_fistula_%28cs%29.svg)
- [21] Princíp hemodialýzy. In: *Dialyza* [online]. [cit. 2018-09-29]. Dostupné z: [https://www.dialyza.cz/files/Porozumet\\_foto/princip\\_hemodialyzy.jpg](https://www.dialyza.cz/files/Porozumet_foto/princip_hemodialyzy.jpg)
- [22] MEDIALYZ. *HEMODIALÝZA* [online]. , 12 [cit. 2018-09-29]. Dostupné z: <http://www.medialyz.eu/dialyza.pdf>
- [23] Umelá oblička. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, február 2018 [cit. 2018-09-29]. Dostupné z: [https://sk.wikipedia.org/wiki/Umel%C3%A1\\_obli%C4%8Dka](https://sk.wikipedia.org/wiki/Umel%C3%A1_obli%C4%8Dka)
- [24] FRESenius MEDICAL CARE. *PRÍRUČKA PACIENTA LIEČENÉHO HEMODIALÝZOU* [online]. , 112 [cit. 2018-09-29]. Dostupné z: <http://dialyza.hello.sk/hemodialyza.pdf>
- [25] Všetko o dialýze. *B. Braun Slovensko* [online]. [cit. 2018-09-30]. Dostupné z: <https://www.bbraun.sk/sk/spolocnost/b-braun-avitum/vsetko-o-dialyze.html#obliky-a-ich-funkcia-v-tele>
- [26] Peritoneal dialysis. *Kidney Health Australia* [online]. [cit. 2018-09-30]. Dostupné z: <https://kidney.org.au/your-kidneys/support/dialysis/peritoneal-dialysis-home>
- [27] BREZA ML., Ján, Zuzana ŽILINSKÁ, Ján BREZA a Peter BUJDÁK. Transplantácie obličiek. *Súčasná Klinická Prax* [online]. 2012, **2012**(1) [cit. 2018-09-30]. Dostupné z: <http://www.skp-casopis.sk/obsah/2012/1/transplantacie-obliciek>
- [28] Hemodialyzačný prístroj Dialog+ - B. Braun. In: *B. Braun* [online]. [cit. 2018-10-02]. Dostupné z: <https://www.bbraun.com/content/dam/catalog/bbraun/bbraunProductCatalog/S/AEM2015/en-01/b4/dialog.jpeg.bb-63085890/dialog.jpeg>
- [29] Adresář HDS. *Česká nefrologická společnost* [online]. [cit. 2018-10-02]. Dostupné z: <http://www.nefrol.cz/pacienti/adresar-hds>
- [30] Dialyzační statistika. *Česká nefrologická společnost* [online]. 2002 [cit. 2018-10-02]. Dostupné z: <http://www.nefrol.cz/odbornici/dialyzacni-statistika>
- [31] Irfra2. In: *O škole* [online]. [cit. 2018-10-24]. Dostupné z: <http://www.oskole.sk/userfiles/image/fyzika/infracervene/irfra2.jpg>

- [32] FLIR SYSTEMS, INC. *Technical Data FLIR E50* [online]. 2012, , 33 [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <http://www.thermokameras.com/Verkauf/Flir%20e-Serie/Datenblatt%20FLIR%20E50%20engl.pdf>
- [33] OBRUSNÍKOVÁ, Klára. *Parodontologické komplikace v průběhu ortodontické léčby*. Brno, 2017. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ. Vedoucí práce MDDr. Karolína Floryková.
- [34] ERDELSKÝ, Ivan. *Choroby parodontu* [online]. 2016 [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: [https://www.npz.sk/sites/npz/Stranky/NpzArticles/2013\\_06/Ochorenia\\_parodontu.aspx?did=1&sdid=53&tuid=0&page=full&](https://www.npz.sk/sites/npz/Stranky/NpzArticles/2013_06/Ochorenia_parodontu.aspx?did=1&sdid=53&tuid=0&page=full&)
- [35] Chronická parodontitida. In: *3DK* [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <http://www.3dk.cz/parodontologie/chronicka-parodontitida/>

## Prílohy

**Samostatná príloha I.** - CD na ktorom sa nachádza spustiteľný súbor kompatibilný s programom MATLAB obsahujúci zdrojový kód programu PatientCard. Ďalej spustiteľný súbor aplikácie PatientCard, kompatibilný so systémom Windows, spolu s návodom na inštaláciu a spustenie samotnej aplikácie. Disk ďalej obsahuje súbor s databázou pacientov a snímok pre MATLAB s názvom patients.mat a tabuľkový súbor programu Excel s názvom pacienti.xlsx, ktorý obsahuje dáta použité pri vytváraní štatistických testov.